

Olli Broman

Rakennusautomaatiojärjestelmän ja turva- järjestelmien integraatio

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Koulutusohjelman nimi

Insinöörityö

15.1.2015

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Olli Broman Rakennusautomaatiojärjestelmän ja turvajärjestelmien integraatio 42 sivua + 2 liitettä 15.1.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Prosessiautomaatio
Ohjaajat	Myyntipäällikkö Elias Jusslin Lehtori Timo Tuominen
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä rakennusautomaation ja kiinteistön turvajärjestelmien integraation toteutusmalliin. Tarkoituksena on kuvata mitä viranomaismäärityksiä, standardeja ja ohjeistuksia on huomioitava integroinnin toteutuksessa sekä käsitellä suunnittelun osuutta, integroinnin tiedonsiirtoratkaisuja ja yleisiä määrityksiä integrointiin liittyen. Turvajärjestelmistä työssä käsitellään paloilmoitinjärjestelmää, kulunvalvontaa, videovalvontaa ja rikosilmoitinvalvontaa.</p> <p>Työssä hyödynnettiin Honeywellin osaamista integroinnista ja perehdyttiin EBI R430 / R410 valvomoalustaan toteutettavan integroinnin toteutustapaan. Työssä perehdyttiin miten Honeywellin eri järjestelmien liitännät toteutetaan EBI:iin. Tavoitteena oli myös havainnollistaa hyvä yleiskuva käyttöliittymän toiminnallisuudesta. Integraatioon perehdyttiin Honeywellin demoympäristössä.</p> <p>Työn tuloksena saatiin kuvaus rakennusautomaation ja turvajärjestelmien integroinnista yleisesti sekä havainnollistettiin Honeywellin EBI R430 valvomoalustan integrointimallia.</p>	
Avainsanat	Integrointi, turvajärjestelmät, rakennusautomaatio

Author Title	Olli Broman Building automation and building's security systems integration
Number of Pages Date	42 pages + 2 appendices 15 January 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Engineering
Specialisation option	Process automation
Instructors	Elias Jusslin, Account Manager Timo Tuominen, Lecturer
<p>The purpose of this thesis is explored building automation the implementation model for integrating building's security systems. The aim is to describe what are the official specifications, standards and guidelines must be considered during the implementation focusing on design, integration of communication solutions and general definitions related to the integration. Security systems which are dealt with in this thesis are the fire alarm system, access control, video surveillance and intrusion control.</p> <p>This study utilized Honeywell's expertise on integration and to investigated how the integration in a control room using EBI R430 / R410 application implementation model is built. Also the different ways which Honeywell uses to execute the implementation of EBI connections into different systems were examined. Another aim was to illustrate a good overview of the user interface functionality. To examine of the integration was used to study the integration.</p> <p>The result of this thesis was a description of building automation and security systems integration in a general level. Also, the integration model of Honeywell EBI R430 platform was illustrated.</p>	
Keywords	integration, security systems, building automation

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Järjestelmien integrointi yleisesti	2
2.1	Rakennusautomaation ja turvajärjestelmien integrointi yleisesti	2
2.2	Tiedonsiirto	3
3	Suunnittelun merkitys integroinnin toteutuksessa	4
3.1	Tarveselvitysvaihe	5
3.2	Hankesuunnitteluvaihe	5
3.3	Luonnossuunnitteluvaihe	5
3.4	Toteutussuunnitteluvaihe	6
3.5	Elinkaari- ja kustannusrakenne	7
4	Rakennusautomaatio yleisesti	8
4.1	Rakennusautomaatiojärjestelmän tasot	9
5	Kiinteistöjen turvajärjestelmät	11
5.1	Kulunvalvonta	11
5.2	Videovalvonta	12
5.2.1	Analoginen tekniikka	13
5.2.2	Digitaalitekniikka	13
5.3	Rikosilmoitinjärjestelmä	14
5.3.1	Kehävalvonta	16
5.3.2	Kuorivalvonta	16
5.3.3	Tilavalvonta	17
5.3.4	Kohdevalvonta	17
5.4	Paloilmoitinjärjestelmä	17
5.5	Paloilmoitinjärjestelmän rakenne	18
6	Honeywell lyhyesti	19
7	Integrointi Honeywellin järjestelmällä	19
7.1	Enterprise Buildings Integrator R430	20
7.2	DSA	21

7.3	OPC	22
7.4	LON	22
7.5	BACnet	23
7.6	XLS80e-paloilmoitinjärjestelmä	25
7.7	TemaServer TS2 -kulunvalvonta	27
7.8	DVM Digital Video Manager -videovalvonta	29
7.9	Galaxy Dimension -rikosilmoitinjärjestelmä	31
7.10	QuickBuilder	32
7.11	Rakennusautomaation komponentit	33
7.11.1	EXCEL WEB II -säädin	33
7.11.2	XL10 VAV 2 -ilmamääräsäädin	35
7.11.3	XL12 FCU -huonesäädin	36
7.12	Automation rules	37
7.13	Raportointi	38
7.14	Grafiikka	39
8	Päätelmä	40
	Lähteet	42
	Liitteet	
	Liite 1. EBI R430 -järjestelmäkaavio	
	Liite 2. Integroinnin mallikaapelointi	

Lyhenteet

EBI	<i>Enterprise Building Integrator</i> . Honeywellin rakennusautomaation ja turvajärjestelmien valvomosovellus.
LON	<i>Local Operating Network</i> . Kenttäväylissä käytetty protokolla.
KNX	Rakennusautomaatiossa käytetty kenttäväylä
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol / Internet Protocol</i> , verkkoliikenteessä käytössä oleva protokolla.
BACNet	<i>Building Automation and Control Network</i> . Rakennusautomaatiossa käytetty avoin väyläprotokolla.
Ethernet	IP-pohjainen lähiverkkoratkaisu
DDC	<i>Direct Digital Control</i> . Digitaalinen ohjaustekniikka
M-Bus	Mittarointiväylä
POE	<i>Power Over Ethernet</i> . Voidaan syöttää myös käyttöjännite ethernet kaapelointia pitkin.
Experion	Honeywellin teollisuusvalvomosovellus.
SQL	<i>Structured Qery Language</i> . Kyselykieli, jolla reaalityetokantaan voi tehdä toimintoja.
Wiegand	Magneettikenttään perustuva kulunvalvonnassa käytetty lukija.
Care	Honeywellin ohjelmaeditori
OPC	<i>Ole for Process Control</i> . Tiedonsiirtoprotokolla joka perustuu joukkoon standardeja.
LNS	Lon-verkon toiminnallinen sovellus.

RSS	<i>Remote Sync Server</i> . Lon-tietokannan toimintoihin käytettävä sovellus.
HTML	Avoimesti standardoitu kuvauskieli. Yleisesti tunnettu internet sivustojen koodaus kielenä.
ActiveX	Windows-käyttöjärjestelmässä käytetylle <i>Component Object Model</i> (COM) tekniikalle toinen nimitys. Voidaan tehdä toimintoja esimerkiksi kotisivuille.

1 Johdanto

Kiinteistöjen valvonta saattaa muodostua usean eri järjestelmän valvomosovelluksista. Rakennusautomaatiojärjestelmä ja kiinteistön turvajärjestelmät voivat olla jopa kaikki täysin erillisiä järjestelmiä, joiden käyttö vaatii usean eri käyttöliittymän hallinnan ja järjestelmän tuntemuksen. Järjestelmien käyttö ei ole tehokasta eikä kiinteistön kokonaisuuden hallinta ja ylläpito kustannustehokasta pitkällä aikavälillä.

Rakennusautomaatioon on jo pitkään liitetty kiinteistöjen turvajärjestelmistä erillisiä hälytyksiä ja indikoiteja, mitä sitäkin on jo pidetty jonkin asteisena integraationa järjestelmien välillä. Nykypäivän tiedonsiirtomahdollisuudet ovat mahdollistaneet järjestelmätasoisien integroinnin, joka hyvin toteutettuna mahdollistaa järjestelmien välisen saumattoman käytön yhdellä käyttöliittymällä. Tässä työssä käsitellään rakennusautomaatiojärjestelmän, paloilmoitinjärjestelmän, kulunvalvonnan ja rikosilmoitinjärjestelmän integrointia yhdeksi järjestelmäkokonaisuudeksi.

Opinnäytetyössä perehdytään Honeywellin EBI R430 / R410 valvomoalustaan, millä integrointi voidaan järjestelmätasoisena toteuttaa. Työssä selvitetään miten eri järjestelmien välinen liitäntä EBI:iin toteutetaan ja miten käyttöliittymällä käytännössä hallitaan eri järjestelmiä. Työssä päästiin myös testaamaan uuden R430 version toiminnallisia ominaisuuksia integroinnin näkökulmasta. Tähän hyödynnettiin Honeywell Building Solutionsin demoympäristöä, jossa vaadittavat järjestelmät ovat olemassa.

2 Järjestelmien integrointi yleisesti

Integroitu järjestelmä tarkoittaa kahden tai useamman erillisen yhteensopivan järjestelmän yhteenliittämistä. Nämä eri järjestelmät muodostavat yhdessä yhden toimivan kokonaisuuden, jonka tiedonsiirto eri järjestelmien tai sovellusten välillä kommunikoi eri tekniikkojen avulla keskenään. Integraation tasoja on monenlaisia ja monella eri tapaa toteutettuja. Integroidun järjestelmän perusideana on hallita ja käyttää järjestelmää yhdellä sovelluksella tai käyttöliittymällä sekä siirtää tietoa eri järjestelmien välillä [1.]

2.1 Rakennusautomaation ja turvajärjestelmien integrointi yleisesti

Rakennusautomaation ja turvajärjestelmien välinen integrointi on yleistynyt Suomessa vasta lähivuosina tasolle, jossa kaikkia järjestelmiä voidaan käyttää ja hallita yhdellä valvomosovelluksella. Pelkästään turvajärjestelmien välistä keskinäistä integrointia on toteutettu jo pidempään kiinteistöissä, mutta niiden integrointi tehokkaammin rakennusautomaatiojärjestelmän kanssa on vasta yleistymässä, niin uudistuotannossa kuin järjestelmien uusimisen kautta. Aikaisemmin turvajärjestelmistä luettiin tyypillisesti lähinnä kosketintietoja alakeskuksen kautta rakennusautomaatiojärjestelmään, jokaisen ollessa kuitenkin oma täysin muista erillinen järjestelmänsä. Nykypäivän tiedonsiirto ja valvomosovellukset mahdollistavat rakennusautomaation sekä turvajärjestelmien hallinnan ja käytön yhdellä valvomoratkaisulla. Mitään varsinaisesti määräävää lakia tai varsinaista yksiselitteistä standardia ei itse integraation toteutustavalle ole olemassa. Kuitenkin järjestelmäkohtaiset lait, standardit ja määräykset ovat integraation suunnittelussa ja toteutuksessa tarkasti huomioitava. [2.]

Tekninen spesifikaatio CLC/T5 50398 on eurooppalaisen sähköteknisen standardointikomitean laatima kuvaus integroitujen ja yhdistettyjen hälytysjärjestelmien yleisistä vaatimuksista ja laitekoonpanoista. Spesifikaatio on myös julkaistu SFS-CLC/TS -standardina suomenkielisenä. Standardissa määritetään integraatioon liittyviä vaatimuksia sekä annetaan tietoa integroitujen ja toisiinsa liitettyjen järjestelmien esisuunnittelulle, asennuksen suunnittelulle, asennukselle, käyttöönnotolle, käytölle ja ylläpidolle. [3, s. 31.]

Integroidulla järjestelmällä voidaan vaikuttaa kiinteistön järjestelmien toiminnallisuuteen sekä riskienhallintaan. Turvajärjestelmien integroinnilla rakennusautomaatiojärjestelmään voidaan järjestelmien keskitetyn käytön lisäksi parantaa oikein toteutettuna kiinteistön turvallisuutta palotilanteissa, kiinteistön valvonnassa ja tehostaa energian hallintaa. Integrointi pitää kuitenkin toteuttaa niin, ettei järjestelmästä tule kokonaisuudessaan liian monimutkaista kokonaisuutta. Myös järjestelmäkohtaiset viranomaismääräykset, lait ja standardit on huomioitava suunnittelussa ja toteutuksessa. Esimerkiksi paloturvallisuusmääräykset sekä poistumistiemääräykset ovat viranomaismääräyksiä ja tämä vaikuttaa integroinnin toiminnallisuuteen tulipalotilanteessa myös kulunvalvonnan osalta ja siihen miten sitä integroidusti voidaan käyttää palotilanteissa. [3].

2.2 Tiedonsiirto

Rakennusautomaation kommunikointimuodoista on eurooppalainen standardisointikomitea julkaissut CEN/TC 247 -kommunikointiprotokollia osana EN50090 standardisaraa, joita ovat BACNet, LonWorks, KNX ja CNP. Näiden protokollatyypin alle kuuluvat muunmuassa LVI-, valaistus-, kulunvalvonta- ja paloilmoitinjärjestelmä. Myös väylämuuntimien avulla saadaan eri väylätekniikkoja sovitettua tarkoituksenmukaisiksi. [3; 4] Järjestelmätasaisen ohjelmistopohjaisen integroinnin tiedonsiirto voidaan toteuttaa myös ethernet tiedonsiirtoverkkoja pitkin TCP/IP-protokollaa käyttäen verkko- ja kuljetuskerroksena. Järjestelmien integrointi voidaan kokonaisuudessaan toteuttaa yhden valmistajan laitteilla tai avoimilla protokollilla liittää eri valmistajien järjestelmiä keskenään. Integroidessa eri valmistajien järjestelmiä yksi yleinen tapa on käyttää OPC protokollaa OSI-mallin TCP/IP-tavan sovelluskerroksessa kuvan 1 havainnollistamalla tavalla.



Kuva 1. OSI-mallin tasot ja niiden vastaavuus TCP/IP protokollassa. [28.]

Järjestelmätason integroinnissa tulee eri järjestelmien raportoinnin perustua yhteiseen tietokantaan. Lokityypistä raportointia ei voida pitää kovin luotettavana ratkaisuna. Raportteja on kyettävä muokkaamaan oikeaa tarkoitusta palvelevaksi.

Käyttöliittymän toteutuksen tulee olla käyttäjän kannalta riittävän helposti käytettävissä, eikä integroitu valvontajärjestelmä saa olla käytettävyydeltään liian monimutkainen. Hälytystilanteessa ohjelmiston tulee hälyttää muunneltavalla selkeällä äänimerkillä sekä avata kyseinen pohjakuva, missä hälytys on kohdennettu ja indikoida hälytyksestä reaaliaikaisesti. Ohjelmasta on oltava helposti saatavilla toimintaohjeet hälytyksen tullessa. Liitettäessä erillinen järjestelmä integroituu järjestelmään on integroinnin taso tehtävä ohjelmallisesti niin, että hälytykset, ohjaukset ja graafinen liittyminen eivät heikennä miltään osa-alueelta olemassa olevasta. [14.]

3 Suunnittelun merkitys integroinnin toteutuksessa

Rakennuksen elinkaari jaetaan eri vaiheisiin, joita ovat aikajärjestyksessä tarveselvitys, hankesuunnittelu, luonnossuunnittelu, toteutussuunnittelu, rakentaminen, käyttö ja ylläpito sekä purku- tai poistovaihe. Tässä luvussa perehdytään siihen miten integroitujen järjestelmien mukaantulo vaikuttaa talotekniikan eri suunnitteluvaiheisiin ja mitä asioita suunnittelussa tulee huomioida järjestelmien ja niiden toimintojen suunnitteluratkaisuissa. Integroitua järjestelmää suunniteltaessa pelkästään yhden taloteknisen osa-alueen suunnittelu ei pelkästään riitä, vaan toteutettavan integraation laajuus määrittelee sen kuinka paljon suunnittelijoilta vaaditaan yhteistyötä järjestelmien välisten toimintojen ja liitettävyyden suunnittelussa. Integroituja järjestelmiä suunniteltaessa olisi jo alkuvaiheessa hyvä valita suunnittelua koordinoiva taho, joka voi olla erillinen integraatio-suunnittelija tai talotekninen pääsuunnittelija, joka toimii yhteistyössä taloteknisten suunnittelijoiden kanssa ja sopii yhteiset suunnittelutarpeet sekä laatii määritykset päätöksentekoa varten. [6, s. 83.]

3.1 Tarveselvitysvaihe

Tarveselvitysvaiheesta vastaa rakennuttaja ja tämän tarkoituksena on johtaa hanke-päätöksen tekemiseen. Tässä vaiheessa selvitetään tilahankinnan tarpeellisuutta sekä laajuutta ja tutkitaan eri hankintavaihtoehtoja. Tässä vaiheessa ei vielä määritetä kovin tarkkoja vaatimuksia tilahankinnalle. [10, s. 1.]

3.2 Hankesuunnitteluvaihe

Hankesuunnitteluvaiheestakin vastaa rakennuttaja, jonka apuna tyypillisesti toimii jokin asiantuntija ryhmä. Tässä vaiheessa koko rakennushankkeelle asetetaan tavoitteet sen laajuudelle, kustannuksille, toimivuudelle, ajankohdalle ja ylläpidolle. Hankesuunnitteluvaiheessa tehdään talotekniikan laatu- ja kustannustavoitteet yleisesti, mitkä vaikuttavat seuraaviin suunnitteluvaiheisiin. Tähän kuuluvat kaikki LVISA -tekniikat.

Integroidun järjestelmän osalta voidaan seuraavia tekijöitä pitää hankesuunnitteluvaiheen tavoitemäärittelyssä rakennukselle asetetuissa tavoitteissa oleellisina:

- Toiminnalliset tavoitteet
- Muunnosjoustavuustavoitteet
- Energiankulutustavoitteet
- Elinkaarikustannustavoitteet
- Turvallisuus ja Riskienhallinta.

Hankesuunnitteluvaiheessa pyritään ymmärtämään kokonaisuus ja yhteen sovittaminen talotekniikan osalta sekä määritetään myös investointikustannukset. [6, s. 83 – 84.]

3.3 Luonnossuunnitteluvaihe

Luonnossuunnitteluvaihe on järjestelmien integrointi suunnitteluratkaisujen kannalta jo oleellisessa osassa kokonaisjärjestelmän suunnittelussa. Tässä vaiheessa määritetään toteutuksen kustannustaso, suunnitteluratkaisut ja toteutustapa järjestelmille.

Päätöksen tekemiseen vaikuttavat tekijät järjestelmän kannalta:

- Asiat, jotka vaikuttavat tilojen toiminnallisuuteen ja toiminnan turvallisuuteen. Voidaanko näitä asioita toteuttaa ja parantaa integroinnin kautta ja mikä on vaatimustaso näiden toteutuksessa.
- Järjestelmien kustannukset ja muutosjoustavuus
- Energiankulutus. Integroinnin mahdollisuudet energian hallinnassa
- Elinkaari. Järjestelmien investointi- ja ylläpitokustannukset.

Integroitaessa kaikkia turvajärjestelmiä sekä rakennusautomaatiojärjestelmää yhdeksi kokonaisuudeksi on tiedonsiirtoratkaisujen toteutustapa sekä integroinnin taso tärkeää määrittää jo tässä vaiheessa suunnittelua. Luonnossuunnitteluvaiheessa vaaditaan eri osa-alueiden suunnittelijoilta yhteistyötä yllä esitettyjen toimintojen yhteensovittamiseen järjestelmien integroinnin kannalta. [6, s. 85 – 86.]

3.4 Toteutussuunnitteluvaihe

Toteutussuunnitteluvaiheessa päätetään määritetäänkö urakkalaskentaa varten tehdyissä suunnitelmissa varsinaiset kenttävyölien protokollat vai jätetäänkö ne avoimeksi. Etenkin jos käytetään eri valmistajien laitteita ja järjestelmiä, on väyläprotokollat määritettävä yhteensopivuuden varmistamiseksi. Myös väyläprotokollien ominaisuudet on selvitettävä määritysten tekemistä varten. Turvajärjestelmien ja rakennusautomaation integroinnin laajuus on määritettävä pysyvästi viimeistään tässä vaiheessa ja asetettava vaatimustaso integroinnin toteutusmallille. Järjestelmätasaisen integroinnin toteutussuunnittelussa on määritettävä valvomoalustan soveltuvuus ja sen integrointimahdollisuudet muihin järjestelmiin. Myös urakkarajat ja järjestelmien rajapinnat on tällöin määriteltävä tarkasti. Jos käytetään yhtä toimittajaa järjestelmien kokonaisuuden toteutuksessa, kuuluu integrointi itsessään silloin urakkaan. Saman valmistajan laitteilla varmistetaan järjestelmien yhteensopivuus ilman mahdollisia työläitä lisätöitä integroinnin toteuttamisessa. On myös varmistettava, että tiedonsiirtoratkaisut toteutetaan standardoiduilla ratkaisuilla. [6, s. 86 – 87.]

3.5 Elinkaari- ja kustannusrakenne

Täysin integroidun järjestelmän suunnittelu vaatii perinteistä järjestelmää enemmän työtä ja aikaa, joka nostaa suunnittelun kustannuksia alkuvaiheessa. Integroidun järjestelmän kokonaishinta saattaa olla hankintakustannuksiltaan hieman kalliimpi kuin järjestelmien toteuttaminen täysin erillisinä. Tosin oikein suunniteltuna integroidussa ratkaisussa pystytään jo toteutusvaiheessa saavuttamaan säästöjä kaapelointikuluista sekä I/O-pisteiden ja valvomotietokoneiden määrässä. Integroidun järjestelmän suhteellinen kustannusrakenne verrattuna perinteiseen erilliseen järjestelmään on alkuinvestoinniltaan korkeampi, mutta käytön, ylläpidon ja muunnosjoustavuuden kautta ylläpitokustannukset ovat pienemmät kuin perinteisissä erillisissä järjestelmissä. [16.]

Yksi tapa laskea rakennuksen elinkaaren tai jonkin järjestelmän kustannuksia on jakaa vuosittaiset kulut eri osa-alueille ja laskea yhteen sen jälkeen koko elinkaaren ajalta.

$$LCC = I + \text{Repl} - \text{Res} + E + W + \text{OM\&R},$$

jossa

LCC = Kokonaiskustannus

I = Investoinnin kustannus

Replv = Järjestelmän korvaava arvo samanlaisella tai vastaavalla

Res = Jälleenmyyntiarvo

E = Energia kustannukset

W = Vesikustannukset

OM&R = Käyttö-, ylläpito- ja korjauskustannukset

Rakennuksen suunnittelu ja rakennusvaihe on kestoaltaan noin 2–3.vuotta ja muodostaa 25 % kustannuksista. Rakennuksen käyttövaihe on 25–35 vuotta ja muodostaa jopa 75 % kuluista. [16.]

4 Rakennusautomaatio yleisesti

Rakennusautomaatio tai toiselta nimeltään yleisemmin kiinteistöautomaatio on oma automaatioryhmänsä, jolla on omat tunnusmerkkinsä. Prosessiautomaation tavoin rakennusautomaatio sisältää paljon säätöprosesseja, mutta säätökohteet ovat erilaisia. [6].

Rakennusautomaatio on mukana lähes kaikissa kiinteistön teknisissä laitteissa. Valvonta-, säätö-, ohjaus-, mittaus- ja hälytystoiminnoilla hallitaan kiinteistön prosesseja, joista tyypillisimpiä ovat:

- LVI-prosessit: Tähän kuuluvat kiinteistön ilmanvaihto, lämmitysjärjestelmät ja käyttövesi.
- kylmäkoneet ja jäähdytys
- energianhallinta. Kulutusmittaukset ja laskennat
- huonesäädöt
- valaistus ja sähkö
- turvajärjestelmät ja erillispisteet.

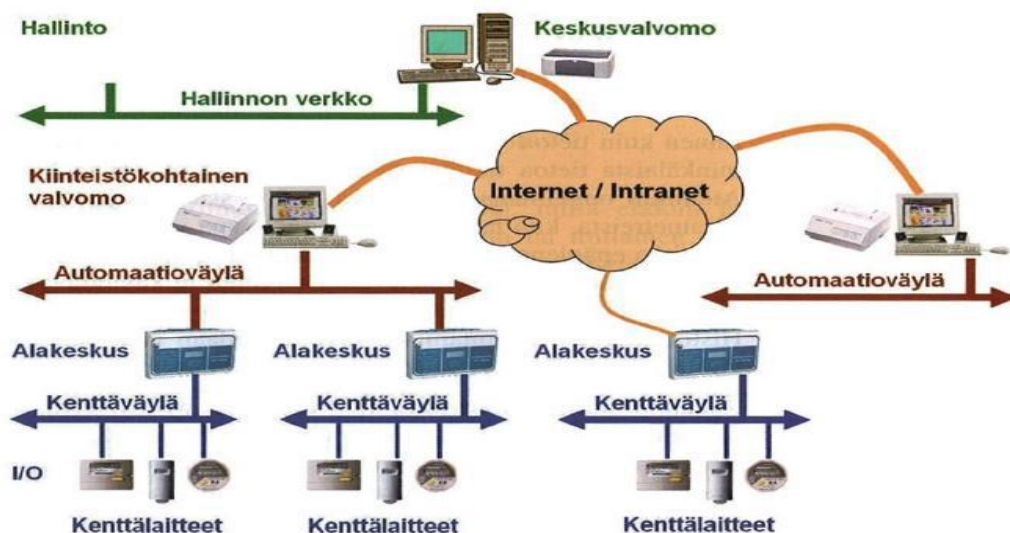
Rakennusautomaatiojärjestelmät ovat kehittyneet suhteellisen nopeasti, johon on suurelta osalta vaikuttanut digitaalitekniikan nopea kehitys. Rakennusautomaatiossa siirryttiin vasta 1980-luvun alkupuolella analogisista komponenteista nykyisiin DDC-laitteisiin. DDC- eli Direct Digital Control -laitteisiin siirtyminen on tarkoittanut sitä, että säätö, ohjaus-, ja hälytystoiminnot ryhdyttiin toteuttamaan ohjelmallisesti analogisten yksittäisten säätimien sijaan. [6, s. 27.]

Rakennusautomaation tyypillisiä kohteita ovat asuinrakennukset, teollisuuslaitokset, toimistorakennukset, virastot, yhteisöt ja laitokset [5].

4.1 Rakennusautomaatiojärjestelmän tasot

Rakennusautomaatiojärjestelmä koostuu yleensä kolmesta tai neljästä tasosta, joita ovat hallintotaso, valvomotaso, alakeskustaso ja kenttälaitetaso. Hallinto- ja valvomotasoon kuuluvat paikallis- ja etävalvomot, jotka toimivat käyttöliittymänä järjestelmään. Valvomoiden peruskomponentteja ovat graafiset prosessikuvat, hälytysikkunat, trendikäyrät ja raportointiohjelmat. Valvomolla voidaan käytännössä käyttää ja hallita koko järjestelmää. Alakeskustaso, jota voidaan kutsua myös automaatiotasoksi, koostuu alakeskuksista (AK) säätimiseen (CPU) ja I/O-kortteineen.[7.] Alakeskukset toimivat itsenäisesti ja säätöohjelmien avulla itse prosessien säätö, muut ohjaukset, mittaukset ja indikoinnit tapahtuvat I/O korttien välityksellä alakeskuksissa. Kenttätaso muodostuu kenttälaitteista, joita tyypillisesti ovat anturit, lähettimet ja toimilaitteet. Myös väyläteknikalla liitettävät älykkäät kenttälaitteet kuten huonesäätimet ja hajautetut I/O-kortit kuuluvat kenttälaitetasoon. Väylällä liitetyt kenttälaitteet voidaan kiinnittää suoraan valvomoon tai alakeskuksen kautta. Kahden eri tason välillä on aina jokin tiedonsiirtomuoto. Kuvassa 1 on tyypillinen rakennusautomaatiojärjestelmän hierarkkinen rakenne. [6, s. 27 – 28.]

Standardoidut väyläprotokollat kuten BACnet, KNX ja LonWorks mahdollistavat kenttätason ja alakeskustason liitettävyyden eri valmistajien laitteiden avulla toisiinsa. Myös Modbus on yleisesti käytetty ja monen eri valmistajan tukema tiedonsiirto protokolla kenttälaitteissa ja huonesäädin ratkaisuissa. M-bus on erityisesti kulutusmittareiden lukemiseen tarkoitettu tiedonsiirtotekniikka, joka on määritetty eurooppalaisen standardin EN1434 mukaan. Useimpien eri valmistajien järjestelmät ja mittaristot tukevat myös M-Bus liitântää.



Kuva 1. Rakennusautomaatiojärjestelmän toiminnalliset tasot [7].

Rakennusautomaatiojärjestelmän laajuus on tyypillisesti suhteessa kiinteistön kokoon ja sen sisältämään tekniikkaan. Valvomoratkaisu voi myös olla keskitetty, jolloin valvotaan esimerkiksi jonkin yhteisön omistamia kiinteistöjä keskitetyllä valvomolla. Myös alakeskustaso voi olla keskitetty tai hajautettu. Keskitetyllä ratkaisulla, mikä ainakin tänä päivänä on vielä yleisempi toteutustapa, tuodaan perinteisellä suoralla kaapelilla jokainen ohjaus-, indikointi-, hälytys- ja mittauspiste kenttälaitteilta tai ryhmäkeskukset suoraan alakeskuksessa olevalle I/O-kortille. Hajautetulla ratkaisulla älykkäitä kenttälaitteita ohjataan väylätekniikkaa käyttäen, jolloin voidaan säästää kaapelointikuluissa. Tosin väyläpohjaiset kenttälaitteet saattavat olla kalliimpia kuin perinteisemmät, mutta niistä saadaan myös väylätekniikalla tuotettua enemmän informaatiota kuin perinteisellä kaapeloinnilla. Voidaan myös käyttää hajautettua I/O:ta, jolloin I/O-kortit vietään lähelle kenttälaitteita ja niitä luetaan väylätekniikalla.

Rakennusautomaatiota koskevia viranomaismääräyksiä on olemassa toistaiseksi melko vähän. Niistä tärkeimmät ovat Kauppa- ja teollisuusministeriön antamat päätökset sähkölaitteiden turvallisuudesta sekä Suomen Rakentamismääräyskokoelmassa julkaistut määräykset rakentamista kohtaan koskevista teknisistä määräyksistä ja ohjeista. Myös LVI-laitoksia kohtaan koskevat määräykset liittyvät välillisesti rakennusautomaatioon. Ohjeita ja suosituksia on rakennusautomaation sovelluksille olemassa runsaasti. [7.]

5 Kiinteistöjen turvajärjestelmät

Kiinteistöjen turvajärjestelmille ei löydy täysin vakiintunutta määritelmää. Yleisimmin kulunvalvonta, videovalvonta, paloilmoitinjärjestelmä ja rikosilmoitinjärjestelmä käsitetään kuitenkin kiinteistöjen pääasiallisiksi turvajärjestelmiksi. On myös olemassa muun muassa potilaskutsujärjestelmiä sekä erilaisia henkilöturvajärjestelmiä, mutta nämä ovat kuitenkin huomattavasti harvinaisempia ja erityisissä kohteissa käytettyjä. Nykypäivänä turvajärjestelmät ovat perusvarustusta isommissa kiinteistöissä, etenkin laitoksissa sekä toimisto- ja teollisuusrakennuksissa. [6, s. 29.]

Turvajärjestelmät ovat aina liittyneet varsinaiseen rakennusautomaatiojärjestelmään jollakin tasolla. Aikaisemmin ja paljon vielä nykypäivänäkin liitäntöjä toteutetaan alakeskusten kautta kärkitietona luettuna turvajärjestelmän potentiaalivapaalta relelähdtä. Tyypillisesti tieto on ollut yleensä yhteishälytys A tai B, huoltohälytys tai jokin erillishälytys, mutta tiedon liikkuminen tällä tavalla toteutettuna on ollut vähäistä järjestelmien välillä. Turvajärjestelmien ja rakennusautomaatiojärjestelmän integrointi järjestelmä tasolla samalla käyttöliittymällä toteutettuna täysin hallittavaksi on taso, missä integroinnilla saavutettavat toiminnalliset hyödyt ja riskien hallinta voidaan maksimoida.

5.1 Kulunvalvonta

Suoraan kulunvalvontaan koskevia viranomaismääräyksiä tai standardeja ei ole, mutta turvallisuusmääräykset kuten palotilanteen poistumismääräykset vaikuttavat kulunvalvonnan toteutukseen ja hallintaan.[9] Kulunvalvonnan pääasiallisena tarkoituksena on toimitilojen suojaaminen luvattoman kulun rajoittamisella. Kulunvalvonnalla estetään ulkopuolisten pääsy kiinteistöön sekä rajoitetaan ja sallitaan kiinteistön henkilöstön ja kiinteistöissä asioivien liikkumista rakennuksessa. Kulunvalvonta toimii myös henkilörekisterinä, sillä jokaisella joka kulunvalvontaan kuuluvalla alueella liikkuu, on oma henkilökohtainen tunnisteensa. Lukijalaite lukee tunnisteesta ja sallii ovesta, portista tai hissillä kulkemisen jos ehdot täyttyvät. [8.]

Kulunvalvonnan peruselementit koostuvat:

- Henkilökohtaisesta tunnisteesta
- Lukijasta
- Keskittimestä tai pääteyksiköstä
- Keskusyksiköstä
- Käyttöliittymästä.

Kulunvalvonnan yksi monista tarkoituksista on myös korvata mekaanisten avaimien käyttö sähköisillä tunnisteilla. Tunnistimen kadotessa se on helppo poistaa käytöstä ja määrittää tilalle uusi. Tämä myös parantaa kiinteistön turvallisuutta eikä uusia mahdollisia lukkojen uudelleensarjoituksia tarvita ainakaan yhtä laajassa mittapuussa. Tunniste voi fyysisesti olla avaimenperä, kortti tai auton tuulilasitarra ajoporteille. Luku tekniikoita ja formaatteja on useita erilaisia, lähietäisyydeltä tunnistavia tai etätunnistettavia. Tunnisteelle on tyypillisesti koodattu henkilökohtainen koodi, yrityskoodi ja järjestelmäkoodi. [9.]

Kulunvalvonnan ja videovalvonnan integroinnilla voidaan tehostaa kiinteistöjen valvontaa esimerkiksi ohjaamalla kamera kuvaamaan ja tallentamaan kulunvalvonnan antamaa hälytystä, kun ovea ilman oikeuksia yritetään avata. Myös palotilanteessa kulunvalvonnan avulla voidaan tietyt ovet ohjata auki hätäpoistumisen helpottamiseksi.

5.2 Videovalvonta

Videovalvonnalla on keskeinen osa nykypäivän kiinteistön valvonnassa. Sen tarkoituksena on välittää ja tallentaa kuvaa halutuista rakennuksen paikoista. Videovalvonnan pääkäyttöryhmiä ovat aluevalvonta, tilavalvonta sekä prosessivalvonta. Videovalvontaan ei suoraan vaikuta mikään laki tai viranomaismääräys, mutta sen rajoittavia tekijöitä ovat kuitenkin katselua ja kuuntelua määrittävät säädökset RL 24:3b ja viestintäsalaisuuden loukkausta koskevat säädökset RL 38:3 ja RL 38:4. Myös henkilötietoja käsittelevä lainsäädäntö ja henkilörekisteririkosta kokeva säädös RL 38:9 on huomiotava videovalvonnan suunnittelussa, toteutuksessa ja käytössä. [11, s. 21.]

Videovalvonta voidaan käytettävän tekniikan mukaan jakaa kahteen pääryhmään: perinteisempään analogiseen ja nykyaikaiseen paljolti analogisen korvaavaan digitaalisen IP-kameratekniikkaan.

5.2.1 Analoginen tekniikka

Analoginen tekniikka myös videovalvonnassa vähenee ja digitaaliset IP-kamerat syrjäyttävät niiden hintatason laskiessa perinteiset analogiset kamerat. Kuitenkin niitä on vielä käytössä ja niillä on myös omat hyvät puolensa.

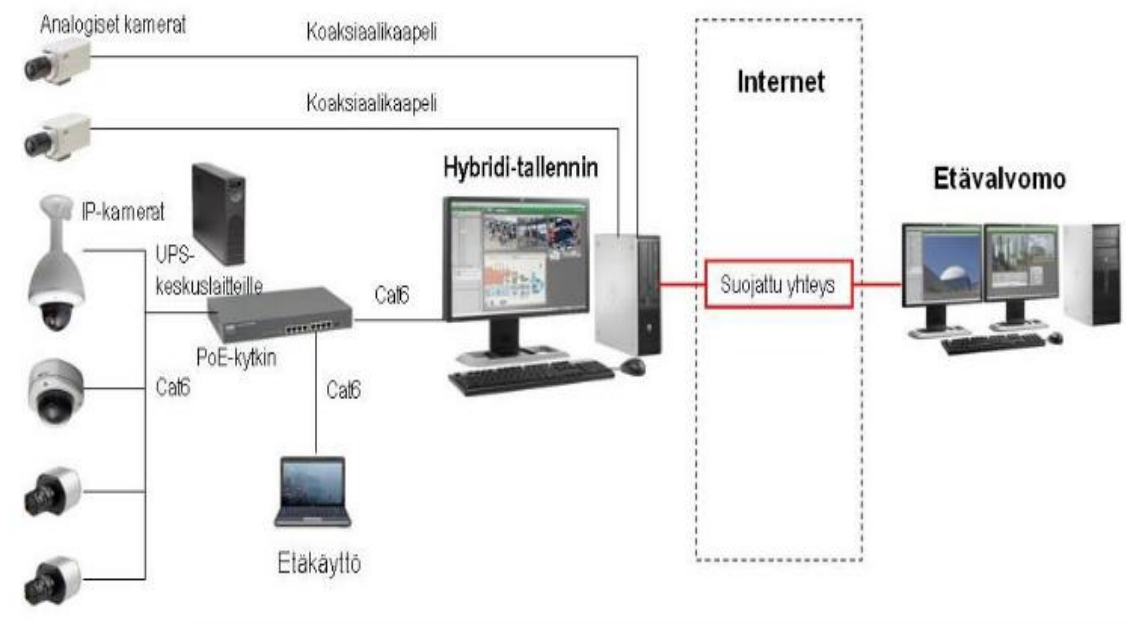
Analoginen tekniikka perustuu nykypäivänä yleensä kamerassa olevaan CCD-kuvakennoon, joka siirtää sähköisenä signaalina kennon pinnalle heijastuvan valon eteenpäin tallennettavaksi ja siirrettäväksi. Kameroiden kaapelointi toteutetaan pääsääntöisesti koaksikaapeleilla tai mahdollisesti kierrettyä parikaapelia pitkin. Kaapeloinnin verkkotopologia on tähtiverkon muotoinen. Jokainen kamera vaatii analogisella tekniikalla oman kaapelinsa videovaihteelta tai tallentimelta. Analogista tiedonsiirtoa kaapelia pitkin voidaan pitää erittäin varmana, koska ainut tietoturvauhka on päästä kaapeliin tai laitteistoon fyysisesti käsiksi. Ongelmaksi muodostuvat lähinnä pitkät etäisyydet, koska kaapeleilla on maksimipituutensa. Analoginen tiedonsiirto voi tapahtua myös langattomasti linkkitornien avulla esimerkiksi radiotaajuuksia käyttäen. Näin toteutettu langaton tiedonsiirto on kuitenkin helposti häiritsevää ja suojaamatonta. Analogisella tekniikalla toteutetun järjestelmän resoluution maksimitarkkuus on 720 x 576 kuvapistettä. Verrattuna digitaalitekniikkaan on resoluutio paljon pienempi. [12.]

5.2.2 Digitaalitekniikka

Digitaalisessa kamerassa muodostuu pikseleitä eli kuvapisteitä nykyisin DDC-kennon syrjäyttäneessä CMOS-kuvakennoissa. Pikselien määrä määrittää kuvan tarkkuuden. Mitä enemmän on pikseleitä, sitä tarkempi kuva on. Digitaalikamerat videovalvonnassa ovat IP kameroita, joiden tiedonsiirto tapahtuu TCP/IP-protokollaa käyttäen. Tällöin kameroiden kaapeloinnissa voidaan käyttää yleiskaapelointia hyväksi. Myös langaton WLAN voi toimia kuvan siirtoreittinä, mutta tätä pidetään ajoittaisen pätkimisen takia epävarmana tiedonsiirtomenetelmänä. Digitaalitekniikan hyviä puolia on tarkempi kuvanlaatu, tiedonsiirron monipuolisuus ja kaapelointi, jossa voidaan käyttää yleiskaape-

lointia hyödyksi. POE-kytkimiä käytettäessä kameroille ei tarvitse tuoda erillistä sähkönsyöttöä. [12.]

Ratkaisuna voidaan käyttää myös kuvan 2 havainnollistamaa hybridivalvomoa, jossa hyödynnetään molempien tekniikoiden hyviä puolia eduksi. Videovalvonnan integrointi osaksi muuta järjestelmää, asettaa omat vaatimuksensa valvomoalustalle.



Kuva 2. Hybridivalvomon rakenne. [12].

5.3 Rikosilmoitinjärjestelmä

Rikosilmoitinjärjestelmän tehtävänä on valvoa ja ilmoittaa kiinteistöön tunkeutumisesta ja valvoa kohteessa mahdollisesti tapahtuvaa odottamatonta liikettä. Järjestelmä antaa kauko- ja paikallishälytyksen viivästettynä tai välittömästi. Rikosilmoitinjärjestelmiin kohdistuvista viranomais määräyksistä oleellisimpana voidaan pitää lakia yksityisistä turvapalveluista (282/2002). Järjestelmä myös luokitellaan EN-normien mukaan riskiluokkiin 1–4, joista 4 on kaikkein vaativin luokka. Taulukossa 1 on kerrottu luokkien

vähimmäisvaatimukset. Myös standardi SFS-EN-50131 asettaa vaatimuksia normien ja toiminnallisuuden perusteilla. [13.]

Turvajärjestelmien keskinäinen integrointi mahdollistaa rikosilmoitinjärjestelmän toiminnallisuuden tehostamisen. Videovalvonta on jo itsessään rikosvalvontaa tukeva järjestelmä niin kuin kulunvalvonta, ja näiden keskinäinen integraatio on nykypäivänä vähintäänkin suotavaa. Myös paloilmoitinjärjestelmän toimintoja voidaan hyödyntää rikosilmoitinjärjestelmässä. Rakennusautomaation avulla voidaan valaistuksen ohjauksen avulla tehostaa rikosilmoittimen toimintaa. Esimerkiksi tilanteessa, jossa rikosilmoittimen tunnistin hälyttää, ohjataan kamera kuvaamaan kyseistä kohtaa, josta hälytys tulee. Samalla voidaan ohjata rakennusautomaation kautta valaistus alueelle ja lähiympäristöön. Kun kaikki tapahtuu keskitetysti ja valvomo hälytyksen tullessa aukaisee automaattisesti oikean pohjakuvan, missä hälytys tapahtuu ja samalla videokuvan paikasta viereiselle näytölle, on valvomossa helpompi reagoida tilanteeseen kuin erillisten järjestelmien kanssa toimiessa, joiden keskinäinen tiedonsiirto on vähäistä tai sitä ei ole ollenkaan.

RIKOSILMOITUSJÄRJESTELMIEN LUOKITUS

(SVK)

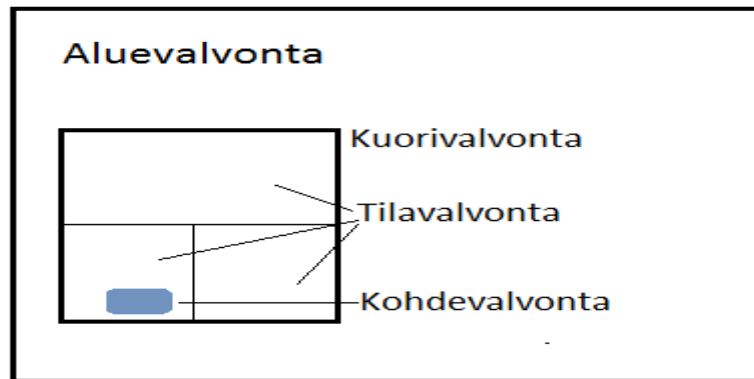
vähimmäisvaatimukset

kohteen riskiluokka	4-luokka	3-luokka	2-luokka	1-luokka
keskus	A-luokka	B-luokka	C-luokka	C-luokka/langaton
valvontatapa	kuori ja tila	ovet ja tila	kuori ja tila	kuori ja tila
ilmoituksen siirto	valvottu linja (A-luokka) ja paikallishälytys	robottipuhelin(B-luokka) tai radiotaajuinen siirto (B) sekä paikallishälytys	robottipuhelin(B) tai radiotaajuinen siirto tai paikallishälytys	robottipuhelin(B) tai radiotaajuinen siirto tai paikallishälytys
ilmoituksen vastaanotto	poliisi tai SVK:n hyväksymä hälytyskeskus	SVK:n hyväksymä hälytyskeskus tai vartiointisillike	vartiointisillike tai muu 24 h/vrk palvustettu paikka	kotinumero
kohteeseen hälytettävät	poliisi tai vartiointisillike	vartiointisillike	vartiointisillike tai yksityishenkilö	yksityishenkilöt
asennus	SVK:n hyväksymä asennusillike tai vak.yhtiön hyväksymä asennus	SVK:n hyväksymä asennusillike tai vak.yhtiön hyväksymä asennus	vak.yhtiön hyväksymä asennus	vak.yhtiön hyväksymä asennus
huolto	vähintään kerran vuodessa	vähintään joka toinen vuosi	tarvittaessa	tarvittaessa
siirrettävät tiedot	murto,päälle/pois,ryöstö,sabotaasi,vika	murto,päälle/pois,sabotaasi	murto,sabotaasi	murto,sabotaasi
käyttö	viive,alfanum.koodi väh. 6/4 merkkiä	viive,avain tai alfanum.koodi väh. 6/4 merkkiä	avain tai koodi	avain tai koodi
palollmalsimet	suositellaan omaa paloilmoitinkestusta	oma silmukka oma hälytyslähtö	oma silmukka oma hälytyslähtö	
radioteltse toimivat llmalsimet	ei sallita	ei sallita kuin kohdevalvontaan		

Taulukko 1. Rikosilmoitinjärjestelmien vähimmäisvaatimukset luokissa 1 – 4.[13.]

Rikosilmoitinjärjestelmän toimintaperiaatteet voidaan jakaa kehä-, kuori-, tila-, ja kohdevalvontaan kuvan 3 havainnollistamaan tapaan.

Kehävalvonta



Kuva 3. Rikosilmoitinjärjestelmän toimintaperiaatteen tasot

5.3.1 Kehävalvonta

Kehävalvonta on valvottavan alueen ulkopuolella tapahtuvaa valvontaa. Tällä pyritään havainnoimaan tunkeilija aikaisessa vaiheessa. Kehävalvonnan tunnistinratkaisuja tyyppillisesti voivat olla:

- Aktiivinen tai passiivinen infrapunailmaisin
- Akustinen aitavalvonta
- Kuituoptinen valvonta
- Vuotava kaapeli
- Videovalvonta
- Mikroaaltotutka.

Kehävalvonnan rasitteena ovat turhat hälytykset, mitä voivat esimerkiksi eläimet aiheuttaa. [13.]

5.3.2 Kuorivalvonta

Kuorivalvonnalla tarkoitetaan käytännössä kiinteistön sisätiloihin kohdistuvan tunkeutumisen havaitsemista. Tämä painottuu ovien, ikkunoiden sekä erilaisten luukkujen

valvontaan. Kuorivalvonnassa voidaan käyttää samoja teknisiä ratkaisuja kuin kehävalvonnassa, mutta myös lisäksi tulevat ainakin:

- Lasinrikkoilmaisimet
- Magneettikytkimet
- Seismiset ilmaisimet. [13.]

5.3.3 Tilavalvonta

Tilavalvonnan tarkoituksena on suojata jotain tiettyä aluetta tai tilaa sekä havainnoida tilaan tunkeutunut henkilö. Tilavalvonnassa voidaan käyttää kaikkia samoja menetelmiä kuin kehä- ja kuorivalvonnassa. Stabiilit olosuhteet mahdollistavat turhien hälytysten minimoimisen. [9.]

5.3.4 Kohdevalvonta

Kohdevalvonnan tarkoitus on suojata jotain yksittäistä asiaa tai esinettä vahingoittamiselta tai siirtämiseltä. Kohdevalvonnan tyypillisiä kohteita ovat esimerkiksi kassakaapit tai taulut. Kohdevalvonnassa voidaan käyttää kaikkia edellä mainittuja tekniikoita kohteen valvomiseen ja suojaamiseen. [9.]

5.4 Paloilmoitinjärjestelmä

Paloilmoitinjärjestelmään liittyy kiinteistön turvajärjestelmistä eniten viranomaismääräyksiä ja säännöksiä. Näitä ovat pelastuslaki (468/2003, 22 §, 29 §), valtioneuvoston asetus pelastustoimesta (787/2003), hätäkeskuslaki (157/2000), ympäristöministeriön julkaisu RakMK E1, E2 ja E4 rakennusten paloturvallisuudesta ja kauppa- ja teollisuusministeriön päätös 1193/1999 sähkölaitteistojen turvallisuudesta. Standardissa EN 54-13 käsitellään paloilmoitinjärjestelmien yhteensopivuutta ja kytkentää muihin järjestelmiin. Tämän mukaan jaettaessa paloilmoitinjärjestelmän toimintoja muiden järjestelmien kanssa tai paloilmajärjestelmään kuuluvan laitteen tekemä toiminto, joka ei liity palonilmaisuun ei saa millään tavalla vaarantaa paloilmoitinjärjestelmän toimintaa. Nyrkkisääntönä voidaan pitää paloilmoitinjärjestelmän loukkaamattomuutta, eli paloilmoitinjärjestelmän tulee toimia täysin itsenäisesti eikä sitä voida ohjata muiden järjes-

telmien kautta. Integroidessa paloilmoitinjärjestelmä muiden järjestelmien kanssa, voidaan paloilmoitinjärjestelmän pisteitä lukea ja käyttää palontorjuntajärjestelmissä, kulunvalvonnassa, rikosvalvonnassa ja LVI-prosesseissa turvallisuuden parantamiseksi. [3.]

Paloilmoitinjärjestelmän tarkoitus kiinteistössä on ilmoittaa ja tehdä hälytys mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jolloin rakennuksesta poistuminen turvallisesti on mahdollista. Hälytys tehdään joko hälytyskeskukseen tai johonkin jatkuvasti miehitettyyn valvomoon automaattisesti. [6.]

5.5 Paloilmoitinjärjestelmän rakenne

Paloilmoitinjärjestelmä koostuu ilmaisimista, keskusyksiköstä ja hälyttimistä. Riippuen järjestelmän suuruudesta voi keskusyksiköitä olla useampia, jotka on liitetty toisiinsa. Paloilmoitinjärjestelmissä ilmaisimet on tyypillisesti toteutettu silmukkarakenteella. Silmukoita voi rakenteeltaan olla erilaisia, mutta peruseriaatteena on, että silmukka alkaa keskuksesta ja päättyy samaan keskukseen. Ilmaisimet voidaan jakaa automaattisiin paloilmaisimiin ja paloilmaisinpainikkeisiin. Automaattisia ilmaisimia on useita toiminnaltaan erityyppisiä, joita ovat:

- Savuilmaisimet reagoivat nopeasti, mutta voivat olla herkempiä virheellisille hälytyksille. Ne jaetaan toimintaperiaatteen mukaan piste-, linja-, näytteenotto- ja laserilmaisimiin.
- Lämpöilmaisimet toimivat tulipalotilanteessa, kun liekit yltävät noin kolmasosan korkeudelle huoneessa. Ne jaetaan toimintaperiaatteen mukaan linja- ja pisteilmaisimiin.
- Liekki-ilmaisin perustuu säteilyyn ja on nopea reagoimaan, mutta tarvitsee suoran yhteyden valvottuun kohteeseen. Pisteilmaisin.
- Kipinäilmaisin havaitsee kipinästä johtuvan ultraviolettisäteilyn. Näitä on ultraviolettisäteily- ja infrapunasäteilyilmaisimia.
- Kaasuilmaisin tunnistaa palamisreaktiossa syntyviä kaasuja. Näitä on pisteilmaisimia ja näytteenottoilmaisimia.
- Yhdistelmäilmaisin sisältää vähintään kahteen eri menetelmään perustuvaan palontunnistuksen.

Ilmaisimet voivat olla osoitteettomia tai osoitteellisia. Osoitteettomalla ilmaisimella saadaan tieto silmukan tarkkuudella, osoitteellisella ilmaisimella tarkkuus on ilmaisimen tarkkuudella. [3.]

6 Honeywell lyhyesti

Honeywell on kansainvälinen yritys, jonka pääkonttori sijaitsee New Jersey osavaltiossa Morrisin kaupungissa. Honeywell toimii yli 100 eri maassa ja työntekijöitä on kokonaisuudessaan noin 132000. Liikevaihto vuonna 2012 oli noin 38 miljardia dollaria. Honeywellin liiketoimintayksiköt muodostavat seuraavat pääalueet:

- Automaatiosovellukset. Teollisuus- ja kiinteistöratkaisut.
- Ilmailu. Lentokonejärjestelmät ja komponentit.
- Erikoismateriaalit. Kemikaalit, suoja-aineet ym.
- Kuljetusjärjestelmät. Turbot, komponentit.

Suomessa Honeywellin toimialat ovat teollisuus- ja rakennusautomaatio sekä rakennusten huoltopalvelut ja turvajärjestelmät. Lisäksi Suomessa on Honeywellin sellu-, paperi- ja graafisen teollisuuden automaation kehityskeskus. Honeywell työllistää Suomessa noin 250 työntekijää ja sen pääkonttori sijaitsee Kuopiossa.[29.]

7 Integrointi Honeywellin järjestelmällä

Työssä perehdyttiin Honeywell Building Solutionsin Espoon toimipisteessä olevan teknisentuen testaus- ja demoympäristön avulla integroinnin toteutustapaan EBI R430 valvomosovelluksella. Tarkoituksena on selvittää miten Honeywellin eri järjestelmien laitteita liitetään EBI- valvomoon ja samalla perehtyä EBI:n ominaisuuksiin käyttöliittymänä usealle eri järjestelmälle. Työssä myös testattiin R430 version uusia toiminnallisia ominaisuuksia integroinnin hyötynäkökulmasta. Turvajärjestelmien integroinnin määrityksissä ja toteutustavoissa sain paljon apua Honeywellin EBI Application Specialist Timo Uimoselta.

Turvajärjestelmistä käsiteltäviä laitteita olivat:

- XLS80e-paloilmoitinjärjestelmä
- DVM-videovalvontajärjestelmä
- Temaline-kulunvalvonta
- Galaxy-rikosilmoitinjärjestelmä.

Rakennusautomaation osalta käsiteltäviä laitteita olivat:

- XL WEB II -säädin
- XL12 FCU LON -huonesäädin
- XL10 VAV2 LON -huonesäädin.

Honeywellin demoympäristössä käytetään tällä hetkellä kahta EBI versiota R410.2 ja R430, koska R430-versio on julkaistu vasta 2014, eikä täysin tue vielä tässä vaiheessa palojärjestelmän XLS80e kaikkia toimintoja täydellisesti. Molemmat versiot toimivat virtuaali ympäristössä VMVare ESXi:ssä. Paloilmoitinjärjestelmän pisteet luetaan R410.2 versioon ja muut suoraan R430:een. Tämän jälkeen luetaan paloilmoitinjärjestelmän pisteet valvomoiden välillä DSA-sovelluksen avulla R430 versioon mitä käytetään varsinaisena käyttöliittymänä.

7.1 Enterprise Buildings Integrator R430

Honeywellin EBI on rakennusautomaation ja kiinteistöjen turvajärjestelmille tarkoitettu SQL tietokantapohjainen valvomoalusta, joka toimii tällä hetkellä Windowsin 7, ja Server 2008 käyttöjärjestelmissä. EBI:n arkkitehtuuri on Server / Client mallinen ja se on toteutettavissa yhden serverin järjestelmästä 10 serverin hajautettuun järjestelmään. Yhden serverin alaisuudessa voi olla maksimissaan 80 stationia, 1000 käyttäjää ja 65000 pistettä. EBI on toteutettavissa myös redutanttisena järjestelmänä ja se voidaan toteuttaa myös virtuaalisena serverinä. EBI räätälöidään asiakastarpeen mukaisesti lisäämällä pistemääriä, tarvittavia väyläprotokollia, sovelluksia ja toimintoja.

EBI tukee seuraavia avoimia protokollia:

- Lonworks. EBI tukee LonMark standardin ANSI / CEA 709.1 yhteensopivia laitteita. Rajapinta tukee luku-, kirjoitus- ja konfigurointiominaisuuksia. EBI:n rajapinta perustuu Echelonin LNS (LonWorks Network Service) tietokantaan.
- BACnet. EBI tukee ASHRAE standardin SSPC 135-2005 standardin viimeisintä lisäystä, joka mahdollistaa Client ja Server sekä Gatewayn toiminnallisuuden. EBI tukee BACNetin ethernet ja IP kommunikointimuotoja.
- Modbus. EBI toimii Modbus Masterina ja käyttää Modbus RTU, ASCII tai TCP protokollaa integroidessa sitä Modbus slave laitteisiin.
- OPC. Tuettuna OLE for Process Control 2.0 Data Access protokollaa. EBI voi toimia OPC serverinä tai OPC client:ina.
- HTML5. Grafiikat luodaan HTML formaatilla, mikä mahdollistaa grafiikkakuvien katselun myös Microsoft Internet Explorer -selaimella.
- ODBC. EBI on tuettu read only ODBC tietokantarajapinnalla.

Myös SOAP & XML, SNMP ja SQL Direct, sekä ONVIF ovat EBI:n tukemia avoimia tiedonsiirtoon ja -käsittelyyn tarkoitettuja protokollia.

EBI:iin voidaan edelleen liittää myös vanhoja rakennusautomaation niin kutsuttuja Legacy säätimiä, jotka pohjautuvat aina 80-luvulta asti. Näitä ovat Excel Classic, DeltaNet Peer, EMC ja IRC-huonesäätimet, jotka perustuvat Honeywellin omiin kenttäväylätekniikoihin. [17.]

7.2 DSA

DSA eli Distributed Server Architecture on Honeywellin kehittämä protokolla, jolla voidaan kutsua pisteitä tai kuvia kahden tai maksimissaan kymmenen serverin välillä ilman pisteiden kopioiden tekemistä vastaanottavalle palvelimelle. Tällä tavalla ylitetään myös 65000 pisteen rajoitus per palvelin. DSA toimii EBI:en välillä sekä myös Honeywellin teollisuudessa käyttämän Experion valvomoalustan kanssa. DSA perustuu GDA framework -tekniikkaan, missä GDA toimii yhteisnimenä kahden kehykselle. Tähän tarvitaan kaksi kategoriaa, valvonta ja tiedonkeruu (point data) sekä ilmoitusten kerää-

minen ja jakaminen (hälytykset ja viestit). DSA käyttää RPC eli Remote Procedure Call Windows -palvelua, jonka avulla voi kutsua kahden tietojärjestelmän välillä olevia ohjelmia. Tiedonsiirto tapahtuu TCP-protokollaa käyttäen. Aikaisemmin myös UDP-protokolla oli käytössä, mutta se aiheutti ongelmia palomuurien läpäisemisessä. DSA-pisteitä voi käyttää aivan kuten serverillä olevia muitakin pisteitä. Myös trenditiedot ovat käytettävissä DSA:n avulla. [18.]

7.3 OPC

OPC on lyhenne sanoista OLE for Process Control, joka on joukko standardeja, jotka määrittävät sarjaa COM-rajapintoihin. OPC perustuu Microsoftin COM / OLE teknologiaan, joita noudatetaan OPC-client ja OPC-serverien välillä. Tämän normiston perusti OPC Foundation edistämään yhteensopivuutta automaation ja valvonnan sovelluksien, kenttäjärjestelmien ja laitteiden sekä liike- ja toimisto sovellusten välillä. Kun termiä OPC käytetään tässä työssä, sillä viitataan erityisesti OPC Data Access -standardiin. [16.]

Yleisimmät määrittelyt ovat DA eli Data Access, joka on tarkoitettu prosessidatan tosiaikaiseen siirtoon ohjausjärjestelmistä ja prosessilaitteista. A&E eli Alarms and Events, jolla siirretään hälytyksiä ja tapahtumia sekä HDA eli Historical Data Access historiatietojen siirtoon. Näiden lisäksi OPC on määritellyt myös useita muita rajapintoja. OPC on kehittänyt uutta UA eli Unified Architecture määrittelyä, jonka tarkoituksena on yhdistää edellä mainitut rajapinnat yhteisen rajapinnan alle. OPC-UA pohjautuu webservicetekniikoihin ja tällä päästään eroon vanhojen rajapintojen Microsoft COM riippuvuudesta. [27.]

7.4 LON

Local Operating Network on Echelon Corporationin kehittämä kenttäväyläratkaisu, jossa äly on kenttälaitteissa. Laitteet kommunikoivat LonTalk-standardiprotokollaa käyttäen. LonWorks™ on Echelonin tavaramerkki, mikä on myös yleisnimi kaikille LON-verkkojen ja -laitteiden rakentamisessa käytettäville tuotteille. Echelon on myös julkaissut LonMark™ -tavaramerkin eri laitteiden yhteensopivuuden parantamiseksi, jonka käyt-

täminen edellyttää laitteen onnistunutta sertifiointia LonMark InterOperability Associationissa. [6, s. 179 – 180.]

Protokolla toimii standardisoitujen verkkomuuttujien SNVT:n avulla. LonTalk-protokolla on valmiina solmussa. Laitteet muodostavat solmut. LON laitteissa käytetään Echelonin kehittämiä Neuron prosessoreita, joita valmistaa ainakin Motorola ja Toshiba. Jokaisessa laitteessa onkin oma neuron-ID:nsä, joka saadaan laitetta liitettäessä väylään painamalla Service pin-painikkeesta, etsimällä verkosta tai manuaalisesti kirjoittamalla. Lon Works -järjestelmään on määritelty kolme tiedonsiirtotapaa: kierretty johdinpari, radiotaajuinen siirto langattomana ja siirto sähköverkon avulla.

Verkkosanoman rakenne järjestyksessä on seuraavanlainen:

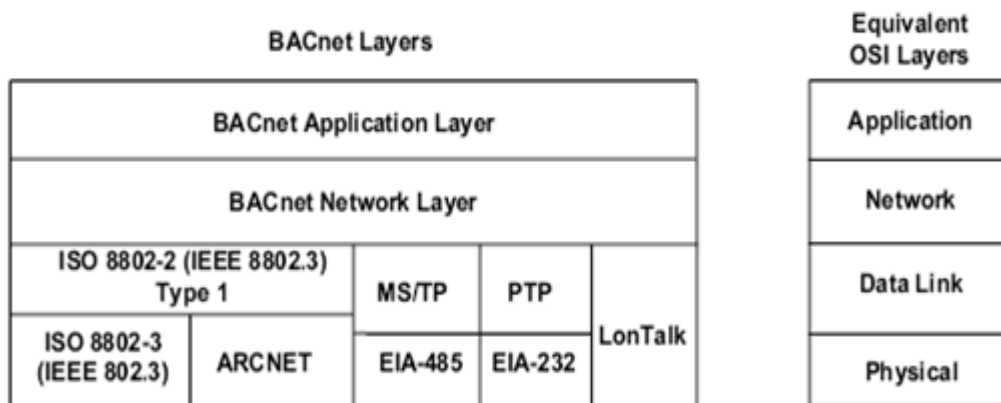
- Vastaanottavan solmun osoite, tarvittaessa lisäksi pääverkon ja aliverkon osoite
- Lähettävän solmun osoite
- Viestityyppi
- Standardimuuttujan numero
- Lähtömuuttujan lukuarvo. [26.]

Verkkomuuttujien sekä I/O-rajapinnan ohjelmointi ja määrittely tapahtuu NeuronC-kielellä. Muuttujan tyyppi määritetään koodia tehdessä joko standardiverkkomuuttujaksi SNVT tai joksikin muuksi solmun valmistajan itse määrittämäksi verkkomuuttujaksi, jolloin muuttuja ei olekaan standardinmukainen muuttuja. Tämä heikentää verkkomuuttujien avoimuutta. [6, s. 184 – 185.]

7.5 BACnet

BACnet on ANSI, ASHRAE ja ISO standardoitu tiedonsiirtoprotokolla rakennusautomaation laitteille. BACnet perustuu supistettuun OSI-malliin, joka on viitemalli mikä kuvaa tietokoneiden välistä tiedonsiirtoa eri kerroksiin kuvatuilla vaiheilla kuvan 4 mukaisesti. BACnet käsittää 4 kerrosta, jotka ovat ylhäältä alaspäin Application, Network,

Data Link ja Physical Liikkeen kerrokset on jätetty pois, jolloin viestit saadaan pidettyä mahdollisimman lyhyinä, mutta kuitenkin luetettavina.



Kuva 4. BACnet OSI-mallin kerrokset [27.]

Yleisiä Euroopassa käytettyjä BACnet-protokollia ovat:

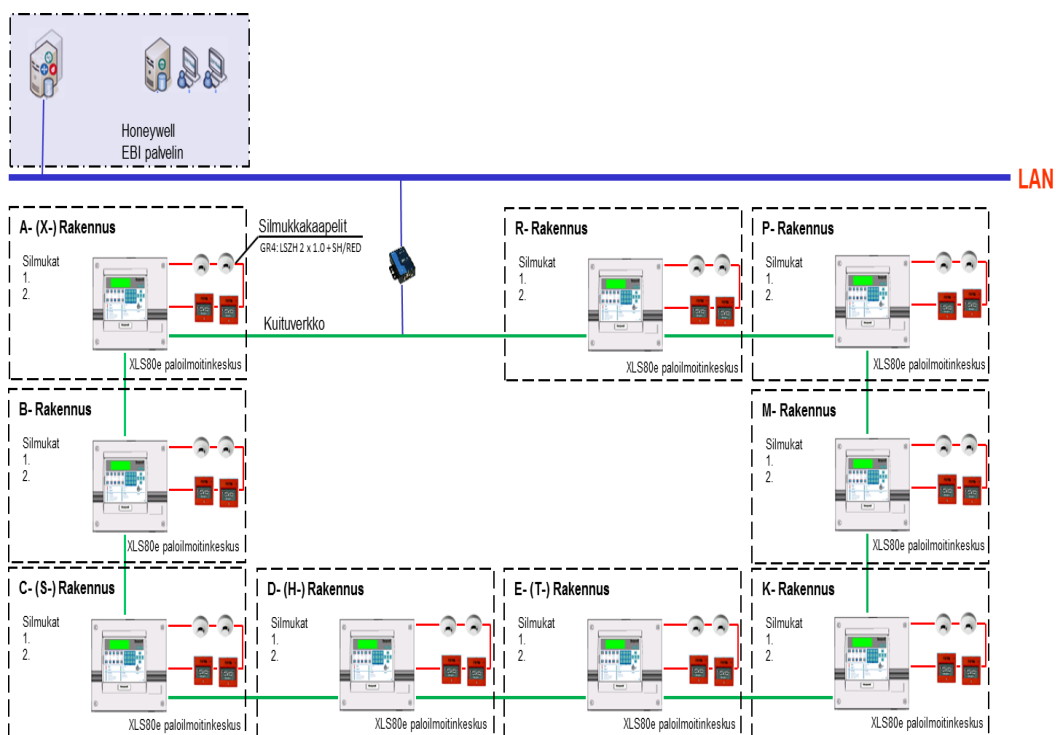
- BACnet/IP networks
- BACnet MS/TP networks
- BACnet/LonTalk networks
- BACnet/PTP networks.

Rakennusautomaatiossa yleisimmin käytetty on BACnet/IP networks -protokolla.

BACnet koostuu erilaisista objekteista, joille on monenlaisia ominaisuuksia. Ominaisuudet voivat olla joko luettavia R tai luettavia ja kirjoitettavia W. Jokaiseen tunnisteeseen viitataan tietyllä Object_Identifier tunnisteella. Kaikkilla BACnettiä käyttävillä laitteilla täytyy olla EDE-dokumentti, mistä selviää mitä objekteja laitteessa on otettu käyttöön pakollisten objektien lisäksi. [29.]

7.6 XLS80e-paloilmoitinjärjestelmä

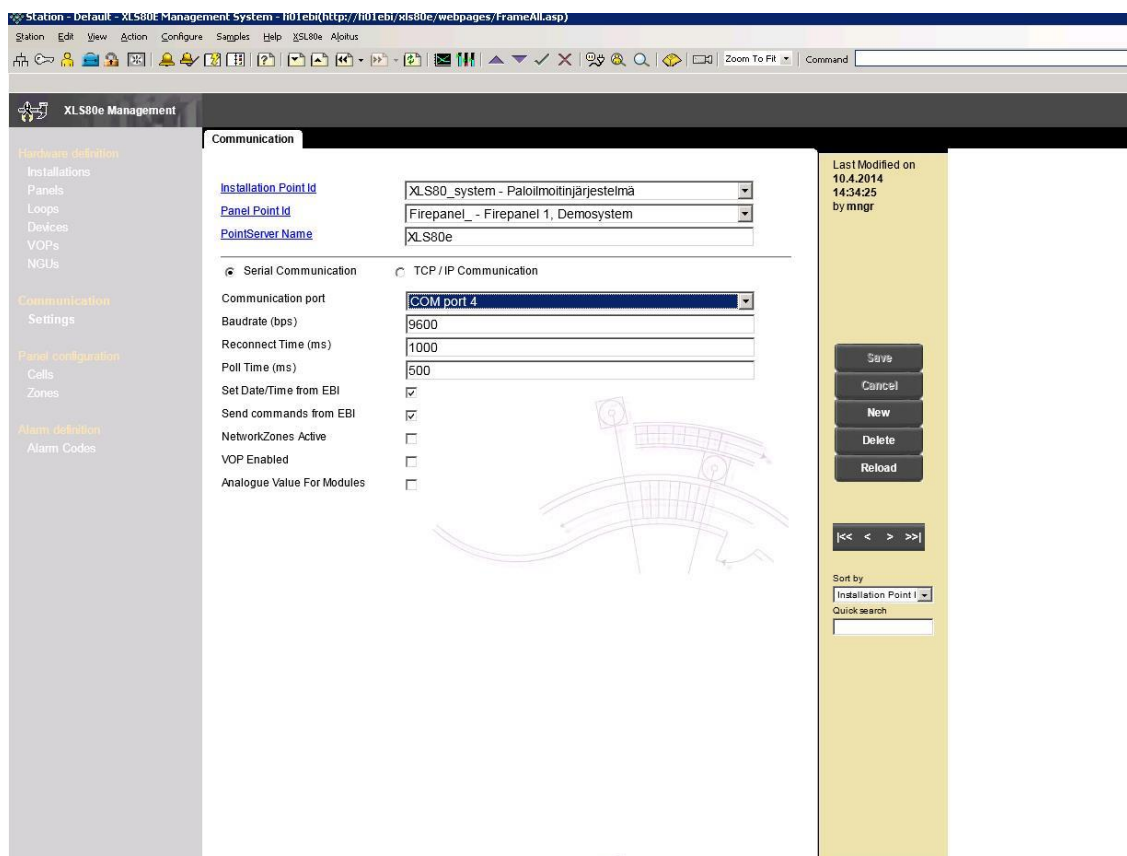
XLS80e-paloilmoitinjärjestelmässä yhteen ohjauspaneeliin voidaan liittää 8 luuppia, joista jokainen tukee 198:aa TC 800 -sarjan laitetta, jotka ovat osoitteellisia ilmaisimia. Näistä 99 voi olla sensoreita eli ilmaisinta ja 99 moduuleita eli painikkeet ja sireenit ja osoiteyksikkö, mikä mahdollistaa 1584 pisteen liittämisen per ohjauspaneeli. Ohjauspaneelita voidaan ketjuttaa peer to peer tai Master / Slave -menetelmällä maksimissaan 32 kappaletta toisiinsa kuvan 5 havainnollistamalla tavalla. Paloilmoitinjärjestelmä toimii itsenäisesti ja hälytysten siirto hätäkeskuksiin tapahtuu standardin SFS-EN 54-21 määritysten mukaisella tavalla. Yksi yleinen käytetty tapa on esimerkiksi Sonera Alertan käyttäminen hälytyksen siirroissa. Graafinen käyttöliittymä (GUI) toteutetaan liittämällä palojärjestelmän pisteet EBI:iin. [18.]



Kuva 5. Periaatekuva paloilmoitinjärjestelmästä

Integroidessa XLS80e-palojärjestelmä EBI:iin tarvitsee EBI lisenssin ja oman pistepalvelimen mikä voi fyysisesti sijaita palvelimella, jossa EBI on tai jollain muulla esimerkiksi station koneella. Pistepalvelin asennetaan halutulle koneelle kun lisenssi on rekisteröity.

Liitäntä EBI:iin XLS80e:sta demo- ympäristössä toteutettiin RS232 sarjaportin kautta. Käytännössä tämä muunnetaan MOXA N-port 5110 Serial Device Server -muuntimella TCP/IP-protokollaksi, koska RS232 maksimi sallittu kaapelinpituus on 15 m ilman lisävahvistimia tai fyysiset sarjaportit ovat muussa käytössä. Myös virtuaalisissa servereissä sarjaporttien käyttö voi olla ongelmallista, koska niitä ei ole riittävästi tai ollenkaan. Tämä voidaan kuitenkin ratkaista niin, että määritetään virtualisoidulle järjestelmälle hardware kokoonpanon puolella com-portti, mutta se määritetään kommunikoimaan verkon kautta. Virtualisoiduissa järjestelmissä voidaan käyttöjärjestelmä hardware layout määritellä tapauskohtaisesti tarpeen mukaan. Serverille luodaan N-port -sovelluksella virtuaalinen portti, jonka määrittäykset asetellaan EBI:iin XLX80e:n kommunikaatioasetusvälilehdellä alla olevan kuvan 5 mukaisesti. Siirtonopeutena käytetään 4800 tai 9600 bittiä per sekunti (bps). XLS80e:n pisteiden luku tapahtuu TCP/IP-protokollaa käyttäen pistepalvelinta käyttäen. Myös Installation Point id ja Panel Point id pitää määrittää oikeiksi ennen kuin kommunikaatio paloilmointijärjestelmän kanssa on mahdollista. Kun yhteys on kunnossa, ladataan paloilmointijärjestelmässä olevat pisteet EBI-serverille klikkaamalla load point -painiketta. Kun pisteet on ladattu, voidaan ne kiinnittää graafiseen näkymään HTML DisplayBuilderilla. Jokainen palojärjestelmän tarvitsee EBI:n pistemassasta paikan. Graafinen käyttöliittymä pääsääntöisesti palvelee käyttäjiä. Tulipalotilanteessa pelastuslaitos käyttää paloilmointikeskuksen välittömässä läheisyydessä olevia paikantamiskaavioita tai niin sanottua palokuntapäätettä, joka voi olla osa Honeywell XLS80e -järjestelmää.




Kuva 6. Paloilmoitinjärjestelmän portin määrittely EBI:ssä

7.7 TemaServer TS2 -kulunvalvonta

TemaServer kuuluu Honeywellin TemaLine -kulunvalvontajärjestelmän tuotteisiin ja se mahdollistaa 16 oven hallinnan oven molemmilla puolilla olevilla lukijoilla ja 250000 kortin muistin. Siinä on 32-bittinen Linux-käyttöjärjestelmä, 128 MB DDR SRAM -muistia sekä 64 MB flash-muisti. Käyttöjännite on 12 voltia, ja se on varmistettu akulla, joka varmistaa täyden toiminnallisuuden sähkökatkotilanteessa 90 minuutiksi. TS2, joka on korvannut aikaisemman TemaServer1:en, voidaan konfiguroida myös selaimen avulla. Tiedonsiirto on suojattu IPSEC 3DES -kryptauksella. Honeywellin Temaline -kulunvalvontajärjestelmät on SAP R/3 -sertifioitu ja nämä voidaan integroida keskenään HR-PDC -näkömön kautta, joka on osa SAP HR -toimialuetta. EBI:iin voidaan liittää 1024 kulkuoikeusryhmää, 1024 aluetta ja 256 aikataulua. TemaServer TS2 -laitteiden liittämisen lukumäärää EBI:iin ei ole rajoitettu, mutta kokonaispistemäärä 65000 tulee rajoittavaksi tekijäksi. [20.]

Temaserver vaatii myös oman lisenssin aktivoimisen EBI:ssä sen käytön mahdollistamiseksi. Jokainen lukija tarvitsee oman pisteen, pisteiden tarve riippuu siis järjestelmän suuruudesta. Tema serverin liittäminen EBI:iin tarvitsee myös oman TemaPointServer-pistepalvelimen pisteiden lukemiseen järjestelmien välillä. EBI käyttää Temaserverin pisteitä SQL-tietokantapohjaisesti. TS2 vaatii käyttöliittymäksi EBI:n, millä hallitaan kulunvalvontaa.

TemaServeriä liitettäessä EBI:iin asetellaan ensin oikeat IP-määrytykset Telnet yhteyden kautta tai selaimella TemaServerille. Kuvassa 7 näkyy asetellut IP-osoitteet ja portit Telnetin avulla. Vastaavasti EBI:ssä määritetään TemaLine configuration asetuksissa TemaServerin nimi, akronyyymi ja IP-osoite. Kun TCP/IP-yhteys on EBI:n ja Temaserverin välillä kunnossa, määritetään kenttälaitteille eli lukijoille ja tunnistimille oikeat asetukset EBI:ssä.



```

Telnet 192.168.1.32
192.168.1.32>> user Super Uisor
Welcome Super <supervisor>
192.168.1.32>> vts info
--- Ethernet ---
MAC-address.....: 00.90.30.60.11.CC
IP-address.....: 192.168.1.32
NET-mask.....: 255.255.255.0
Host IP-address: 192.168.1.55
Host base port.: 2000
Web Server port: 80
Group ID.....: 1
Server-address.: 192.168.1.53
Router.....: 192.168.1.1
Redundancy.....: DISABLED
--- IPSEC ---
IPSEC.....: DISABLED
IPSEC PEERS....: DISABLED
Preshared key..: TS2
--- Echelon ---
Rtu domain.....: 242
Rtu subnet.....: 2
Auth key.....: DISABLED
  
```

Kuva 7. Telnetillä määritetyt TemaServerin verkkoasetukset.

Asetellaan RTU-määrytykset eli käytännössä määritetään ja nimetään lukijoiden tyyppi, nimi, sijainti ja formaatti. Jokainen lukija on määriteltävä erikseen. TemaServer kommunikoi lukijoiden kanssa LonTalk-protokollalla, joten jokaisella lukijalla on oma neuron id ja program id. Neuron id saadaan lukijalta käyttämällä siinä tunnistinta tai se voidaan myös kirjoittaa manuaalisesti neuron id -kenttään. Myös tunnistimien formaatit ja tyypit

määritetään. Myös Wiegand-lukijoita voidaan liittää TemaServeriin Lon- wiegand väylämuuntimen kautta.

TemaKeys Hardware -asetuksissa ohjelmoidaan toiminnallisia asetuksia, kuten kauanko telki pidetään auki, kummalla puolella ovea lukija sijaitsee, onko molemmilla puolilla ovea sekä kulkusuunta ja ovihälytykset.

Oviympäristön määrittämisessä asetellaan viikko-ohjelma oville, eli milloin ovet ovat käytössä lukijalla, kokonaan suljettu tai jatkuvasti auki. Konfigurointia aloittaessa luodaan malli, missä käyttäjälle on 24 tunnin pääsy kaikista ovista.

Tyypillisesti kaikki kulunvalvontaan määriteltävät käyttäjät saavat ensimmäisessä vaiheessa myös tämän 24 tunnin oikeuden. Kulkuoikeuksien ja lupien täsmentyessä, käyttäjiltä voidaan evätä pääsy halutuille alueille toiminta mallia hyväksi käyttäen. TemaLine-järjestelmän yksittäisille oviympäristöille voidaan luoda myös viikkoaikatauluja. Näillä pystytään luomaan erilaisia sääntöjä siitä miten kiinteistön kulunvalvottu ympäristö toimii jokapäiväisessä käytössä. Esimerkkinä aikataulusta voidaan mainita kiinteistöjen pääovet mitkä voidaan työajan ulkopuolella pitää kulunvalvonnan piirissä, mutta muina aikoina ovet ovat auki, sallien henkilöliikenteen vapaan kulun kiinteistöön.

Kulunvalvonnan integroinnissa EBI:iin ja varsinkin lukijoiden, tunnistimien sekä oviympäristön ja muiden vaadittavien määritysten asettelussa käyttövalmiuteen tarvitaan myös osaamista, kokonaisuuksien hahmottamista ja tietämystä kulunvalvonnan alalta, koska EBI:ssä tehdään määitykset lukijoille ja tunnistille, joita voi olla useita lukijan tyyppiin tai tunnisteen valinnasta johtuen.

7.8 DVM Digital Video Manager -videovalvonta

Digital Video Manager on IP-pohjainen videovalvonta järjestelmä, joka perustuu kahden pääkomponenttiin, jota voidaan täydentää HVA (Honeywell Video Analytics) palvelimella. Pääkomponentteja ovat kameraserveri Camera Server ja tietokantaserveri Database Server sekä mahdollinen Video Analytics Server. Camera Server vastaanottaa, varastoi ja toimii videoiden varmuuskopioiden tallennuspaikkana. Database-

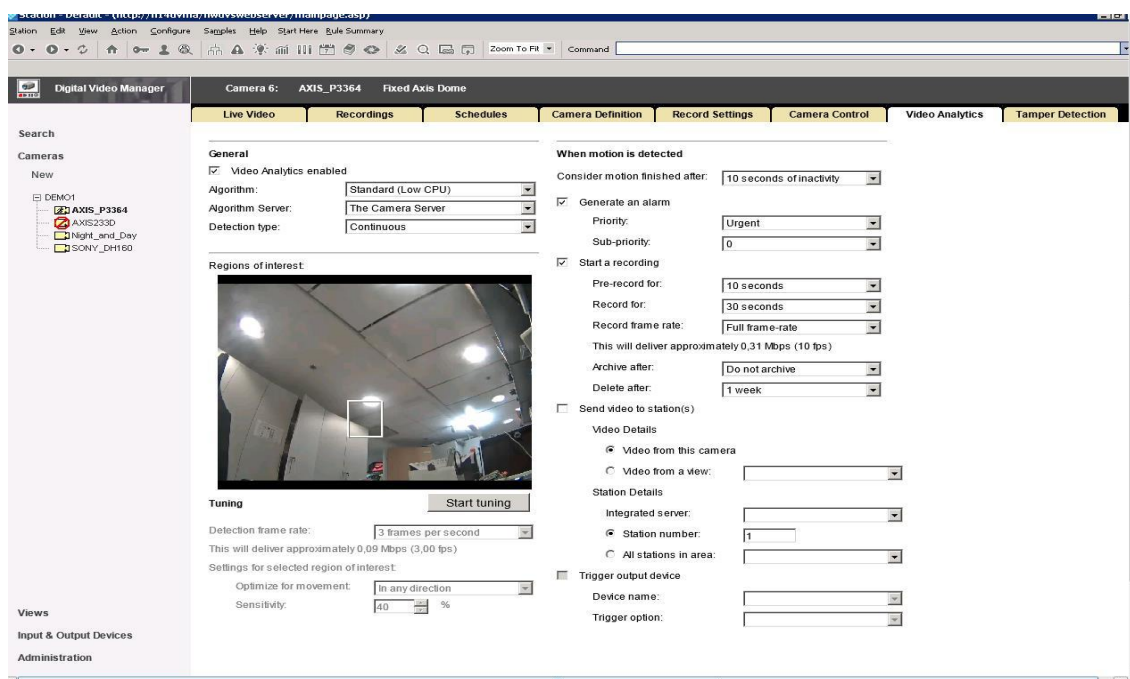
serverillä määritellään käyttäjät, käyttöoikeudet, kamerat ja niiden toiminnallisuudet sekä luodaan kameroista loogisia ryhmiä. Database Server hallitsee Camera Serveriä, video clientteja, IP video lähteitä ja kaikkia muita järjestelmän komponentteja. Video Analytics Server on yksinomaan tarkoitettu videoiden analysointiin, sekä käynnistämään kameroille ohjelmoituja toimintoja, silloin kun halutut ehdot täyttyvät. Database-servereitä voi olla useita, mutta vähintään kaksi, mikäli järjestelmä toteutetaan redundanttina. Myös kamera serverit voidaan kahdentaa ja lisätä niille varmuuskopiointipalvelimet. Camera-servereitä voidaan lisätä kameroiden tarpeen mukaan. DVM toimii täysin itsenäisesti ja sitä voidaan hallita ja käyttää Microsoft Internet Explorer -selaimen avulla. Se voidaan myös integroida EBI:n, Experionin ja ProWach -valvomo ohjelmistojen kanssa. Tuetut kuvan pakkaus muodot ovat MJPEG, MPEG-2, MPEG-4 ja H.264. [21.]

Camera- Database- ja Video Analytic Server asennetaan jokainen omalle koneelleen. Koneeseen, mihin Database Server asennetaan, tarvitaan kaksi fyysistä kovalevyä. C:/ asemalle jätetään OS / SQL tietokanta ja D:/ asemalle asennetaan Database Server -komponentit, johon on hyvä varata 146 gigatavua kovalevylle tilaa. Asennus suoritetaan Windows pääkäyttäjänä. Jos järjestelmä integroidaan osaksi EBI:ä, tulee myös määrittää EBI:n sisäisenkäyttäjän tunnisteet kommunikoinnin mahdollistamiseksi. Asennuksessa myös määritetään liitetäänkö järjestelmä EBI:iin yksinkertaisesti valitsemalla tämä vaihtoehto. Database Serverille asentuu samassa myös DVM-pistepalvelin, jonka pitää sijaita Database Serverillä. Palvelimella, mihin Camera Server asennetaan tulee olla myös kaksi fyysistä kovalevyä. Ensimmäinen kovalevy palvelee käyttöjärjestelmää, kun taas toinen toimii kamerajärjestelmän massamuistina. Tämän kaltaiset ympäristöt suunnitellaan ja rakennetaan RAID-ympäristöön. Kamerajärjestelmässä käytetään nopeita kovalevyjä 10000 / 15000 kierrosta minuutissa. Riittävät tallennuskapasiteetit luodaan esimerkiksi RAID5-konfiguroinnin avulla, jolla saavutetaan useiden teratavujen kokonaisuudet saaden samalla järjestelmä fyysisen toimintavarmuuden. ja tämä asennetaan D:/ asemalle. D:/ asema tulee mitoittaa kameroiden lukumäärän ja tallennustarpeen mukaan, koska sinne kaikki videot tallennetaan. Hyvänä lähtökohtana voidaan pitää 4 teratavun kovalevyä. Pienet alle 10 kameran järjestelmät voidaan toteuttaa yhden palvelimen avulla. Honeywelliltä löytyy oma laskentaohjelma, jolla lasketaan palvelimien vaatima tilan tarve.

Integroidessa DVM-videovalvonta EBI:n kanssa asennetaan EBI:iin DVM integration components -ohjelmisto, jolloin siihen tulee käyttöön valmiit käyttö- ja konfigurointivä-

kot. Pistepalvelin määritellään EBI:iin ja sen ollessa eri koneella kirjoitetaan pistepalvelintietokoneen verkkonimi ja IP-osoite, jolla se fyysisesti sijaitsee hosts-tiedostoon. Kun yhteys on luotu ja pistepalvelin toiminnassa tulevat kamerat näkyviin EBI:iin itsestään pisteinä. Jokainen kamera on yksi piste, mutta ei kuluta järjestelmään hankittua pistemassaa muiden järjestelmien osalta.

Video Analytics -välilehdellä voidaan määrittää kameroiden toiminnallisia asetuksia kuvassa 8 näkyvällä tavalla.



Kuva 8. Kameroiden toiminnallisia asetuksia.

7.9 Galaxy Dimension -rikosilmoitinjärjestelmä

Honeyweyllin Galaxy Dimension -rikosilmoitinjärjestelmiin, voidaan kytkeä myös kulunvalvonnan laitteita kuten ovilukijoita. Galaxy:ssa voidaan käyttää kaapeloituja ja langattomia antureita. Siihen voidaan liittää 520 aluetta, 64 oviohjausta ja 1000 käyttäjää. Hälytyksien jälleenantoon voidaan käyttää perinteistä puhelinlinjaa PSTN ja GSM verkkoa. Galaxy Dimension on standardien EN 50131-3:2009 EN50131- 6:2008 ja PD6662:2010 mukainen. Galaxy voidaan käyttää paikallisella kosketusnäytöllä tai Remote Servicing Suite -etähallinta ohjelmalla sekä EBI:llä. EBI:iin voidaan liittää mak-

simissaan 10 IPPS -pistepalvelinta, joihin jokaiseen voidaan maksimissaan liittää 20 Galaxy -yksikköä. [22.]

EBI vaatii lisenssin rekisteröimisen myös rikosilmoitinjärjestelmän integroimista varten ja pisteet vievät paikan EBI:n pistemassasta. Galaxyyn tarvitaan lisäksi ethernet-kortti TCP/IP-tiedonsiirron mahdollistamiseksi, jonka kautta yhteys EBI:iin muodostetaan. IP-määritykset tehdään paikalliselta käyttöpaneelilta. Kuten kaikkien muidenkin järjestelmien liittämisessä EBI:iin, tarvitsee myös rikosilmoitinjärjestelmän liittäminen oman pistepalvelimen IPPS (Intruder Panel Point Server) asentamisen EBI:iin tai johonkin muulle samassa verkossa olevalle palvelimelle tai työasemakoneelle.

Muista turvajärjestelmistä poiketen Galaxy liitetään EBI:iin QuickBuilderin avulla. QuickBuilderissa IPPS -komponenteilla on kuvan 9 havainnollistama hierarkkisuus, jota noudatetaan tehtäessä liitännän vaatimia määrityksiä QuickBuilderissa. Ensimmäiseksi QuickBuilderissa luodaan IPPS Server, joka nimetään pc:n nimellä tai ip-osoitteella. Tämän jälkeen luodaan Galaxy-yksikkö ja valitaan sille oikea laitemalli. Kun nämä on luotu ja tehty oikeat määritykset, ladataan ne tietokantaan, jolloin EBI löytää ne ja tunnistaa siten oikeanlaisiksi laitteiksi. Kun yhteys Galaxy-yksikköön on kunnossa, käytetään pisteiden hakuun QB IPPS DiscoveryWizard -apuohjelmaa, joka löytää yksiköt ja hakee niissä olevat pisteet QuickBuilderiin. Kun pisteille on QuickBuilderissa määritetty omat alueensa ja muut määritykset ladataan ne tietokantaan EBI:n käytettäväksi.



Kuva 9. IPPS komponenttien hierarkkisuus QuickBuilderissa

7.10 QuickBuilder

QuickBuilder on pistemassan hallintaan ja käsittelyyn tarkoitettu ohjelma, jolla pystytään hakemaan säätimien pisteitä EBI:iin sen apuohjelmia käyttäen sekä käsittelemään

ja muokkaamaan pisteiden ominaisuuksia. QuickBuilderissa voidaan luoda omat alueet ja rakennuksen osat (facilityt) ja hälytysryhmät pisteille. Näiden avulla pystytään helposti määrittämään, mitä hälytyksiä näkyy eri käyttäjillä ja hallitsemaan eri suojatasoilla mitä pisteitä käyttäjä voi käsitellä.

7.11 Rakennusautomaation komponentit

Rakennusautomaation komponenteista EBI:iin liitettiin EXCEL WEB II säädin ja XL10 VAV 2 Ilmamääräsäädin sekä XL12 FCU.

7.11.1 EXCEL WEB II -säädin

EXCEL WEB II on toisen sukupolven Linux -pohjainen rakennusautomaation sovellukseen tarkoitettu vapaasti ohjelmoitava säädin. WEB II on monipuolinen säädin ja se tukee useita eri kenttäväyläprotokollia. Alla olevassa taulukossa 2 on eritelty ne väyläprotokollat ja liitintyyppit, mitkä WEB II:een voidaan suoraan liittää. Lisäksi OpenLon-väylää voidaan käyttää, mutta tämä vaatii oman IF-LON adapterin USB 2.0 -portin kautta lisättäväksi. WEB II:ssa on ARM 32-bittinen 450 megahertsinen prosessori ja siinä on 128 MB DDR2-RAM muistia sekä 1 GB flash-muisti. Fyysisiä pisteitä voidaan liittää maksimissaan jopa 600 pistettä. Panel Bus:lla liitettäviä I/O-kortteja voidaan liittää jokaista AI, DI, AO, DO tai mixed IO -korttia 16 kappaletta. WEB II:een voidaan itsessään ladata grafiikkaa ja säätimelle voidaan kirjautua selaimella. Tätä ominaisuutta voidaan hyödyntää pienissä yksittäisissä kohteissa, joissa erillistä valvomoa ei ole, tai sen hyödyntäminen ei ole oleellista. [23.]

Ohjelmointityökaluna WEB II:ssa on Honeywellin CARE, joka on jo 90-luvulta asti toiminut EXCEL-sarjan säätimien ohjelmointieditorina. IP-osoitteellisissa WEB-sarjan säätimissä CARE:ssa on kuitenkin kehittyneempi function block -tyyppinen editori, mutta perustiedostorakenne on sama. Ladattaessa firmware tai ohjelmasovellus Carea käyttäen WEB II:een tapahtuu se FTP-protokollaa käyttäen tai RPC-portteja UDP111, TCP5000 ja TCP5001. [19.]

Ominaisuus	Kuvaus		kaapelin maksimi pituus
EXCEL WEB II väylä liitännät	RS485-1, isolated, BACnet MS/TP, Panel Bus, or Modbus RTU Master communication		1200 m
	RS485-2, non-isolated, BACnet MS/TP, Panel Bus, or Modbus RTU Master communication		1200 m
	Ethernet / RJ45	BACnet IP communication	100 m
		e-mail communication, browser access	100 m
	USB 2.0 Device Interface (as Network Interface)		3 m
	USB 2.0 Host Interface (max. 500 mA)		3 m
	RS232 M-Bus communication via PW3 / PW20 / PW60 converters		1000 m

Taulukko 2. EXCEL WEB II:een suoraan liitettävät kommunikointityypit[16].

BACnet laitteita liitettäessä EBI:iin pitää siihen aktivoida BACStac-protokolla rekisteröimällä tämä lisenssi. EBI:ssä pitää olla myös asennettuna BACnet PointServer -pistepalvelin, mikä mahdollistaa kommunikoinnin kenttälaitteiden ja valvomon välillä. BACnet pointserver keskusteleee BACnet laitteiden kanssa BACStac-protokollan kautta ethernet verkon yli. BACstac on Cimetrixin valmistama protokolla, joka muuntaa BACnet-protokollan tietokoneen ymmärtämään muotoon. Jos WEB II säätimet ovat eri verkkosarjassa, käytetään BBMD-toimintoa, joka määritetään WEB II -säätimen verkkoasetuksissa sekä EBI:n BACnet/IP-Port ominaisuuksissa kuvan 11 havainnollistamalla tavalla. Tämä toiminto kertoo verkkosarjan muutoksesta, jolla EBI löytää myös muut eri verkkosarjassa olevat säätimet. Tätä työtä tehdessä ei kyseistä toimintoa tarvinnut käyttää, koska demoympäristössä liikutaan samassa verkkosarjassa. [16.]



Kuva 10. BBMD asetusten määrittäminen EBI:iin.

WEB II:en liittäminen EBI:iin tapahtuu QuickBuilder-ohjelman avulla. WEB II säätimeen määritellään oikea IP-osoite, yhteyskäytävä ja aliverkon peite, jotka normaalisti saadaan kiinteistön IT-osastolta. Tämän jälkeen säädin ja sen pisteet haetaan QBBACNet Discovery Wizardilla, joka on QuickBuilderin apuohjelma. IP-määritysten ollessa oikeat, löytää Wizard säätimen nimellä ja pisteet voidaan tuoda Quickbuilderiin. Tämän jälkeen, kun alueet ja pisteen muut halutut ominaisuudet on määritetty, säädin ja pisteet ladataan varsinaisesti EBI-serverille. BACnet-pisteet ladataan Flat Database -tietokantaan.

7.11.2 XL10 VAV 2 -ilmamääräsäädin

Huoneiden lämpötilojen säätämiseen ilmamäärien ja jälkilämmityspattereiden avulla tarkoitettu kuvassa 12 näkyvä VAV 2 käyttää Echelonin LonWorks -verkkoprotokollaa tiedonsiirtoon. VAV 2 -ilmamääräsäätimellä voidaan ohjata säätöpellin lisäksi kahta säätöventtiiliä jälkilämmityksen tai jäähdytyksen tarpeen mukaan. Siihen voidaan liittää huonepotentiometri lämpötilamittauksella tai kaksi erillistä lämpötilaa, esimerkiksi huone-lämpötila ja tuloilman lämpötila. Ilmamäärän mittaus perustuu mitattuun paine-eroon. [24.]



Kuva 11. Honeywellin VAV 2 ilmamääräsäädin

7.11.3 XL12 FCU -huonesäädin

Huoneiden puhallinkonvektorien, valaistuksen ja aurinkosuojien eli verhojen ohjauksiin tarkoitettu huonesäädin XL2 FCU käyttää tiedonsiirtoon myös Echelonin LonTalk-protokollaa. XL12 on Honeywellin XL -sarjan huonesäätimistä monipuolisin ja kattavin. Maksimissaan tyypistä riippuen voi XL12:lla olla 7 analogista tuloa (AI), 4 digitaalista tuloa (DI), 2 analogista ulostuloa (AO) jännitelähdöllä 0 - 11 voltia sekä 11 digitaalista lähtöä (DO), joista 6 triac-lähtöä ja 5 rele-lähtöä. [25].

LON-huonesäätimet ovat valmiiksi ohjelmoituja, ja niiden konfiguroimiseen tarvitaan mallikohtainen plugin, jota käytetään care-ohjelmaeditorilla tai jollain muulla LNS-ohjelmalla. Vaadittavat pluginssit pitää asentaa myös EBI-serveri koneelle, mikäli LON-väylä liitetään suoraan reitittimen avulla EBI:iin. Huonesäätimet voidaan myös liittää EXCEL-sarjan säätimiin ja sitä kautta EBI:iin, mutta silloin pluginseista saatavat edut jäävät hyödyntämättä ja tämä vaatii ohjelmallisten pisteiden tekemistä care-ohjelmaeditorilla myös säätimen ohjelmaan, joihin huonesäätimien pisteet liitetään.

Työssä konfiguroitiin ja komissioitiin Care 9.05:llä XL10 VAV 2 ja XL12 FCU sekä L-IP, joka toimii reitittimenä ja muuntimena LON- ja TCP/IP-protokollien välillä. Komissioinnilla osoitetaan LON-laitteille omat verkko-osoitteet ja toiminnalliset määrytykset. Jokaisella LON-laitteella on oma neuron id, jonka avulla kyseinen laite tunnistetaan. Neuron id on laitteen osoite LON-verkossa. Neuron id saadaan huonesäätimistä service pin -nappia painamalla, tai se voidaan kirjoittaa Careen käsin. LON-laitteessa on tyypillisesti mukana kaksi neuron id -tarraa, joista osoitteen voi lukea. Tämän jälkeen Carella suoritetaan LNS-synkronointi, jolla luodaan LNS-tietokanta serverikoneelle. Care voidaan

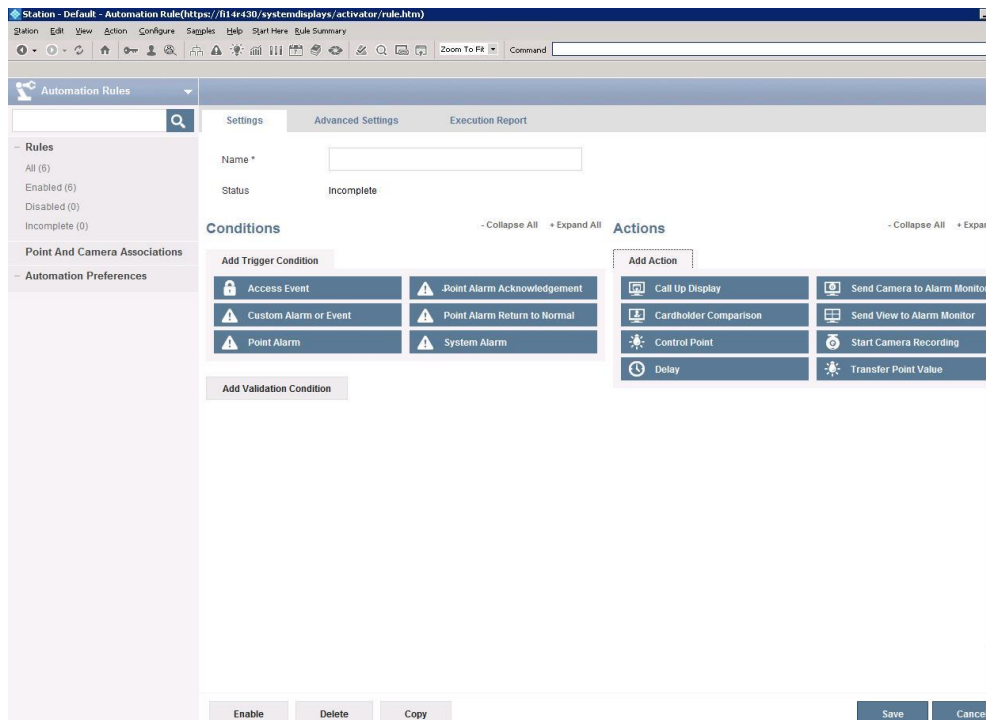
asentaa EBI-serverikoneelle tai käyttää sitä esimerkiksi omalla kannettavalla tietokoneella, jolloin LNS-synkronointi tehdään verkon yli. Serverille ja PC:lle, millä synkronointi luotiin molemmille Lon interface -apuohjelmalla VNI (virtuaalinen verkko näkyvä), jolla määritettiin ethernet yhteydet L-IP:in ja serverin välille sekä Care-PC:n ja serverin välille. EBI-serverillä on myös oltava RSS-ohjelma, mikä tuo tietokannan serverille. Kun LON-tietokanta on luotu EBI-serverille, synkronoidaan tietokanta vielä QuickBuilderiin LonSynchronisationWizard -apuohjelmalla. Tämä tuo kaikki kanavat, säätimet ja pisteet QuickBuilderiin, jonka jälkeen ne ladataan oikeassa järjestyksessä EBI:iin. LON-pisteet ladataan SQL-tietokantaan.

Myös LON-protokolla vaatii lisenssin EBI:iin ja LonPoint-pistepalvelimen. Lisäksi jokainen huonesäädin vaatii LON-creditin, joita voi tilata Echelon Corporationilta.

7.12 Automation rules

EBI R430:n uutena ja käytön kannalta merkittävimpana muutoksena verrattuna aikaisempaan R110 – R410 versioon on tullut automation rules -toiminto, joka mahdollistaa pisteille toteutettavien automaattisten toimintojen tekemisen kohtuullisen helposti eri järjestelmien välillä. Aikaisemmassa versiossa tämä oli myös mahdollista Wisual Basic Scripteillä ja algoritmeilla toteuttamalla, mutta tämä vaatii kyseisen Script-kielen ja algoritmien tuntemusta ja on huomattavasti työläämminkin toteutettavissa. Automation rules -toiminto mahdollistaa jopa valveutuneen käyttäjän tekemään automaattisia toimintoja, mutta käyttäjätasolla on kuitenkin syytä rajoittaa automation rules -toiminnon käyttöä virheellisten toimintojen estämiseksi.

Aluksi määritetään jokin laukaisin eli esimerkiksi hälyttävä piste tai tapahtuma. Tähän voidaan myös lisätä loogisia tapahtumia esimerkiksi AND-, NAND-, OR-, NOT- tai komparaattoritoiminnoilla. Tämän jälkeen määritetään mikä kyseinen toiminto on ehtojen täytyessä. Valmiina toimintoja ovat kuvassa 13 näkyvät vaihtoehdot, joita voidaan suoraan valita käytettäväksi. Control Point -valinnalla voidaan ohjata mitä tahansa pistettä, paloilmoitinjärjestelmän pisteitä lukuun ottamatta määrittämällä piste ja halutut parametrit.

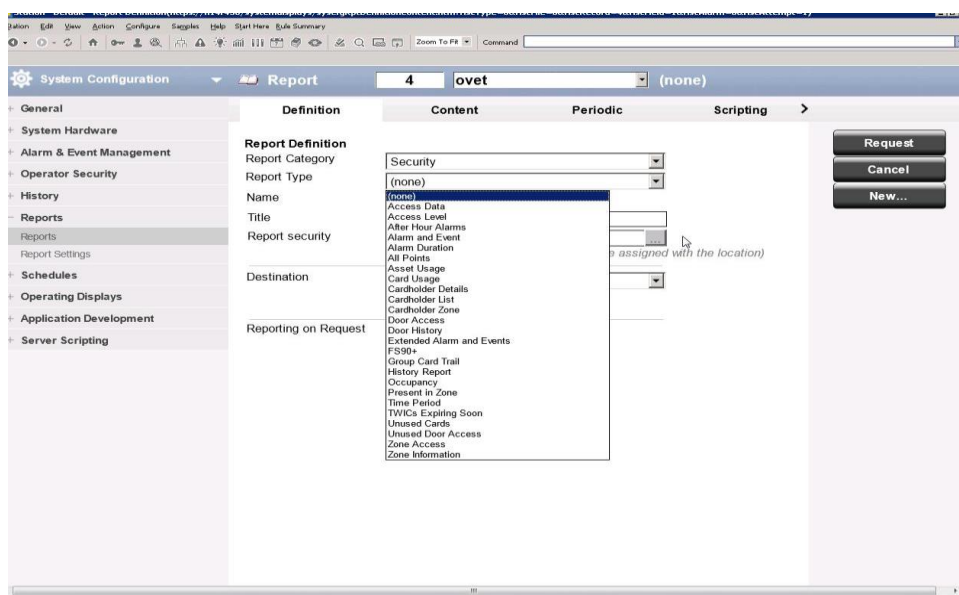


Kuva 12. Automation rules näkymä EBI:ssä

7.13 Raportointi

Säännöllisellä raporttien seuraamisella saadaan helposti tietoa kiinteistön tapahtumista sekä järjestelmän kunnosta ja toimivuudesta. Raporttien on oltava helposti saatavilla ja niitä on pystyttävä muokkaamaan tarpeen mukaan.

EBI R430:llä saadaan kaikkien järjestelmien raportit haettua ja määritettyä report-valikon alta kuvassa 14 näkyvällä välilehdellä. Raportteja voidaan ajastaa automaattisesti esimerkiksi jokaisena maanantaina ajettavaksi tai niitä voidaan hakea manuaalisesti. Raportit voidaan hakea rakennuskohtaisesti ja niihin voidaan määrittää haluttuja tapahtumia tai pisteen tiloja. Raportit voidaan tulostaa esimerkiksi text-, pdf-, ms-word-, ms-excel-, csv-, html ja diff -muotoon tai suoraan tulostimelle.



Kuva 13. Raportoinnin määrittämiä EBI:ssä

7.14 Grafiikka

EBI:iin grafiikat luodaan HMI DisplayBuilder -työkalulla HTML-formaattiin. HTML-formaatin kuvia pystytään katsomaan myös katsomaan Microsoft Internet Explorer 9 versiolla. Toistaiseksi selain käyttö vaatii Microsoftin ActiveX-komponentin käyttöä ja tämä sulkee muut selaimet pois. EBI:n kehityssuunnassa on kuitenkin nähtävissä luopuminen ActiveX:n käytöstä ja siirtyminen selaimesta riippumattoman HTML5-formaatin käyttöön. EBI:iin voidaan liittää valmiita kuvia, joita tyypillisesti käytetään ta-so- ja paikantamiskuvien pohjakuvina. EBI tukee bmp-, jpg-, png-, gif-, wmf-, ja emf-formaatteja. VisualBasic- ja java -scripteillä voidaan toteuttaa myös kuvissa käyttöä helpottavia tai visuaalisia toimintoja. Visuaalisuutta ja toiminnankuvausta voidaan esittää myös niin kutsutuilla shapeilla tai gif-kuvilla. Nämä ovat piirros- ja animaatioobjekteja joita voidaan luoda itse tai käyttää valmista kirjastoa. Esimerkiksi laitteen käyntitilaa voidaan kuvata tekemällä animaatio kahdella gif-kuvalla. Ensimmäinen kuvaa pysähtymistä ja toinen sisältää animaation. Grafiikkaeditorissa molemmat gif-kuvat liitetään osaksi kuvaa, mutta kokonaisuus saadaan toimimaan grafiikassa tilatiedon mukaan käy ja seis tilojen mukaisesti tekemällä VisualBasicScript:llä ehtolauseke: If Server.point.pointparameter = 1 then run.gif visible else hidden, end if [16]. Kuitenkin käytännössä animaatioiden käyttö ei ole osoittautunut yleiseksi ratkaisuksi, koska nämä saatavat viedä huomion kuvassa hälyttävästä pisteestä. Isot suunnittelutoimistot ovat myös luoneet omia standardejaan ja ohjeistuksia grafiikan ulkoasulle ja toiminnallisuudelle.

Eri järjestelmien grafiikka-kuvat piirretään tyypillisesti omina kuvinaan. EBI:ssä voidaan järjestelmien toiminnallisuuksia yhdistää helposti toisiinsa myös grafiikkapohjissa, luoden näin käyttäjävaatimuksia ja tarpeita palvelevia kokonaisuuksia. Tällainen voi olla esimerkiksi kerroksen tasopohja, mihin on sijoitettu huoneiden läsnäolotiedot, lämpötilat, ovien aukiolo- ja ohjaustiedot, lasirikko- ja liikeilmaisimen indikointi, paloilmaintiedot ja kameratiedot. Kameran indikointi voi olla symbolina joka kertoo kamerannumeron, onko kamerassa liiketunnistus päällä ja tallentaako kamera. Kameroista voidaan myös tasokuvaan tuoda kameran kuvaama näkymä pienenä ikkunana, joka sitä klikattaessa saadaan suuremmaksi. Myös ilmastoinnin tai tuotantoprosessin prosessikuvaan voidaan lisätä tilaa tai prosessia valvovan kameran kuvaama näkymä.

8 Päätelmä

Tätä lopputyötä tehdessä jo alkuvaiheessa selvisi, että kiinteistöjen turvajärjestelmien integrointiin rakennusautomaatiojärjestelmän kanssa ei ole mitään yksiselitteistä tai oikeaksi määritettyä toteutustapaa. Tiedonsiirtoprotokollille standardeja on olemassa, mutta varsinaiselle käyttöliittymälle ei määräyksiä suoranaisesti ole. Tämä mahdollistaa eritasoisten järjestelmien, joilla on jonkinlainen yhteys toiseen järjestelmään, kutsumisen integroiduiksi järjestelmäksi.

Aiheena työ oli laaja eikä yksittäisiin osa-alueisiin voinut kovin tarkasti syventyä. Aiheesta voisi helposti tehdä niin kaupallisen näkökulman kuin teknisesti suuntautuneen jatkotyön.

Työssä saatiin käsitys siitä, miten Honeywellin eri järjestelmät liitetään EBI valvomosovellukseen. Honeywellin EBI on ensimmäisestä R110-versiostaan asti ollut talotekniikan integrointiin tarkoitettu valvomosovellus ja kehitystyön takia varsinaisia teknisiä heikkouksia ei EBI:stä tätä työtä tehdessä löytynyt. Käyttövalikon muuttunut rakenne R430-versiossa verrattuna aikaisempiin versioihin voidaan pitää maltillisena kehityksenä. Integroidun järjestelmän rakentaminen vaatii tietämystä eri järjestelmistä, EBI:stä ja tietotekniikasta, kuitenkin Honeywellin laitteita liitettäessä ei tarvinnut kirjoittaa varsinaista koodia riviäkään, mitä voidaan pitää hyvänä asiana. Tilanne kuitenkin todennäköisesti muuttuu vaativammaksi liitettäessä kolmannen osapuolen järjes-

telmiä. Eri järjestelmien pisteet näkyvät tosiaikaisesti EBI:ssä ja ovat kaikki toiminnallisesti käytettävissä samalla tavalla, niin kuin järjestelmätasoisessa integroinnissa kuuluukin olla. Tämä tekee myös SQL-, ja flat database -tietokantoihin perustuvasta integraatiosta saumattomasti toimivan ja uskottavan, lähes natiivin integroinnin. Myös DSA-tekniikka vaikuttaa todella toimivalta ratkaisulta integroinnin tiedonsiirtoon. EBI on selvästi suunniteltu isoihin kohteisiin, mutta myös räätälöitävissä pienempiin kohteisiin kohtuullisen kustannustehokkaasti.

Kiinteistöjen turvajärjestelmien ja rakennusautomaation integroinnin toteutuksella on Suomessa kasvavat markkinat. Ongelmana voidaan kuitenkin nähdä täällä oleva pilkottu hankintamenettely ja eri suunnittelijat eri osa-alueilla, joka tekee suunnittelusta hajanaisen. Esisuunnittelun merkitys ja oikeanlainen integroidun järjestelmän lobbaus tilaajarajapintaan voisi mahdollistaa kysynnän kasvamisen. Kysynnän kasvaessa useita integroinnin tarjoajia varmasti löytyisi. Myös eri valmistajien integroinnin toteutusmahdollisuudet olisi mielenkiintoista päästä vertailemaan, mihin tämä työ ei laajuudeltaan antanut mahdollisuutta.

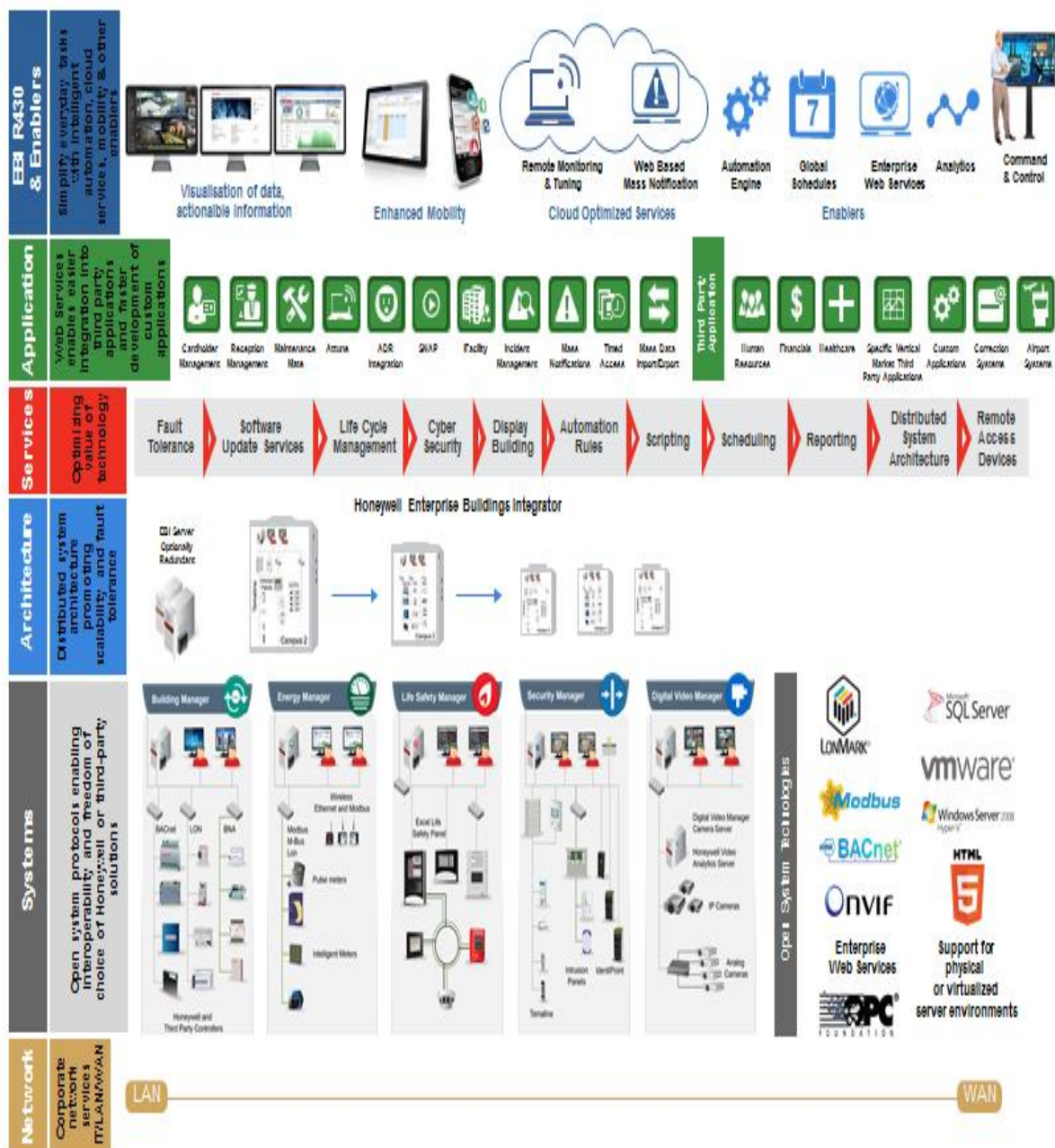
Lähteet

- 1 Mari Leino. Tietojärjestelmien integraatio pienen organisaation näkökulmasta – case Tampereen Särkänniemi Oy. Opinnäytetyö. 2009. Verkkodokumentti.
<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/10179/Leino.Mari.pdf?sequence=2>. Luettu 20.9.2014
- 2 Jussila, Tuomas. Fidelix. 2008. Artikkel, Turvaintegraatio. 27.2.2008
- 3 Tuula Hakkarainen. Talo- ja turvatekniikka tulipalotilanteessa – Nykytilanne ja tarvekartoitus. VTT tiedote 2383. 2007. Verkkodokumentti.
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2007/T2383.pdf>. Luettu 20.9.2014.
- 4 European Committee for Standardisation, CEN/TC 247 – published standards. Verkkodokumentti.
http://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:32:0:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:6228,25&cs=1E4CD1B47A9555BDEA3BF9F774AD9C8E1. Luettu 21.9.2014.
- 5 Pentti Värjä, Jukka Mikkola. Uusi kiinteistöautomaatio. Automaatio- ja säätötekniikka. 1999.
- 6 Sähkötieto ry. Sähkötekniset tietojärjestelmät -kirjasarja. Avoimet rakennusautomaatiojärjestelmät. 1998.
- 7 Toivo Sahlstén. Rakennusautomaatio. Metropolia. 2014.
- 8 S-118.2240 Sähkö- ja valaistustekniikan perusteet: sähköisen talotekniikan järjestelmät, yleiskaapelointi. 2014. Verkkodokumentti.
https://noppa.aalto.fi/noppa/kurssi/s118.2240/luennot/S118_2240_kalvot.2240_sahkoisen_talotekniikan_jarjestelmat_yleiskaapelointi_2014.pdf. Luettu 30.9.2014.
- 9 Kai Aarnio. Integroidut kiinteistöjen turvajärjestelmät. Tekniikka ja liikenne. Lopputyö 2014. Verkkodokumentti.
https://www.theseus.fi/xmlui/bitstream/handle/10024/78308/kai_aarnio.pdf?sequence=1. Luettu 2.10.2014.
- 10 RT 10-10579 Talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelo. Rakennustietosäätiö. 1995.
- 11 Sähkötieto ry. Sähkötekniset tietojärjestelmät -kirjasarja. Videovalvonta järjestelmät. 1999.
- 12 Sähkötieto ry. Pekka Sallinen. Kameravalvontaopas. 2010.

- 13 Harri Koskenranta. 19.4.2007. T-110.5610 Toimitilaturvallisuus – Rikosilmoitinjärjestelmä. Verkkodokumentti. <http://www.tml.tkk.fi/Opinnot/T-110.5610/2007/kalvot/rikosilmoitus-1.pdf>. Luettu 15.10.2014.
- 14 Jukka Lehtimäki. Honeywell. 2010 Integraatio esitys. Powerpoint-dokumentti.
- 15 IS 2004-20. Life Cycle Costing of Automation Controls for Intelligent and Integrated Facilities. CABA. 2004. Verkkodokumentti. <http://www.caba.org/resources/Documents/IS-2004-20.pdf>. Luettu 22.10.2014.
- 16 Honeywell. 2014. EBI R430 Dokumentation set. Volume 1 of 2, issue 1.
- 17 Honeywell. 2010. Enterprise Buildings Solutions R410.2. Specifications and technical data.
- 18 Honeywell. 2010. XLS80e Intelligent fire Alarm Control Panel. Specification data. Verkkodokumentti. <http://www.netwell.com.tr/pdf/xls80e.pdf>. Luettu 29.10.2014.
- 19 Bryan Jones. Honeywell. 2007 EBI & DVM Advanced Technical Support College. Point DSA Deep Dive..
- 20 Honeywell.2014. TemaServer2 – TS2. The new generation of Temaline controller. Verkkodokumentti. <http://www.temaline.honeywell.com/documents/TEMA-TS2-EN-DS-E.pdf>. (Luettu 9.11.2014).
- 21 Honeywell Security. 2005. Digital Video Manager. IP-Based Video System. Verkkodokumentti. <http://www.honeywellvideo.com/documents/DVMR200datasheet.pdf>. (Luettu 12.11.2014.)
- 22 Honeywell. 2012. Galaxy Dimension. Integrated intrusion and door control panel range. Verkkodokumentti. <http://www.security.honeywell.com/me/documents/HSC-Dimension-09-EN%281012%29DS-C.pdf>. (Luettu 19.11.2014).
- 23 Honeywell. 2014. Excel Web II Control System. Honeywell Excel 5000 open system. Product data. Verkkodokumentti. <https://products.ecc.emea.honeywell.com/europe/pdf/excelweb2-product-data-en0b0704-ge51r0414.pdf>. (Luettu 4.11.2014).
- 24 Honeywell. 2012. Excel 10. W7751H3007 smart vav actuator. Honeywell Excel 5000 open system. Specification data. Verkkodokumentti. <https://products.ecc.emea.honeywell.com/europe/pdf/en0b0483-ge51r0412.pdf>. (Luettu 5.11.2014).

- 25 Honeywell. 2011. Excel 12.Integrated room control solutions: FCU + 4 lights. Product data. Verkkodokumentti.
<https://products.ecc.emea.honeywell.com/europe/pdf/en0b0480-ge51r0511.pdf>
. (Luettu 6.11.2014).
- 26 H.Hokkanen. Kajaanin ammattikorkeakoulu. Opintomateriaalia. Verkkodokumentti. http://gallia.kajak.fi/opmateriaalit/yleinen/honhar/ma/KAT_LonWorks.pdf.
(Luettu 17.11.2014).
- 27 Suomen Automaatioseura ry. Verkkodokumentti.
<http://www.automaatioseura.fi/index/toiminta.php?id=1032&sivu=opcesittely>.
(Luettu 17.11.2014).
- 28 Juha Kananen. Metropolia Ammattikorkeakoulu.. Automaatiotekniikan koulutusohjelma. BACnet-protokollan käyttö rakennusautomaatiossa. Insinöörityö. Verkkodokumentti 6.5.2010. <https://www.theseus.fi/handle/10024/14435>. (Luettu 26.11.2014).
- 29 Honeywell. 2014. Verkkodokumentti.
<http://honeywell.com/country/fi/About/Pages/our-company.aspx>. (Luettu 26.11.2014).

EBI R430 -järjestelmäkaavio



Integraation mallikaapelointi

HoneywellHoneywell.com

“Integraation” mallikaapelointi

